

Pengelasan saluran pipa dan fasilitas yang terkait



Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang menyalin atau menggandakan sebagian atau seluruh isi dokumen ini dengan cara dan dalam bentuk apapun dan dilarang mendistribusikan dokumen ini baik secara elektronik maupun tercetak tanpa izin tertulis dari BSN

BSN
Gd. Mangala Wanabakti
Blok IV, Lt. 3,4,7,10.
Telp. +6221-5747043
Fax. +6221-5747045
Email: dokinfo@bsn.go.id
www.bsn.go.id

Diterbitkan di Jakarta

© BSN 2009

Daftar isi		Contents	
1. Umum	1	1. General	1
1.1 Ruang Lingkup.....	1	1.1 Scope	1
2. Acuan Publikasi	2	2. Referenced Publications	2
3. Istilah dan definisi	3	3. Definition of Terms.....	3
3.1 Umum.....	3	3.1 General	3
3.2 Definisi.....	3	3.2 Definitions	3
4. Spesifikasi.....	5	4. Specifications.....	5
4.1 Peralatan.....	5	4.1 Equipment	5
4.2 Material	6	4.2 Materials.....	6
5. Kualifikasi prosedur las untuk lasan dengan tambahan logam pengisi	7	5. Qualification of welding procedures for welds containing filler-metal additives.....	7
5.1 Kualifikasi Prosedur	7	5.1 Procedure qualification.....	7
5.2 Rekaman	8	5.2 Record.....	8
5.3 Spesifikasi prosedur	8	5.3 Procedure specification.....	8
5.4 Variabel esensial	14	5.4 Essential variables.....	14
5.5 Pengelasan sambungan tes- lasan <i>butt</i>	17	5.5 Welding of test joints-but welds	17
5.6 Pengetesan sambungan lasan <i>butt</i>	17	5.6 Testing of welded joints-but welds	17
5.7 Pengelasan sambungan tes-lasan <i>fillet</i>	25	5.7 Welding of test joints-fillet welds	25
5.8 Pengetesan berlas-lasan <i>fillet</i>	25	5.8 Testing of welded joints-fillet welds	25
6. Kualifikasi juru las	30	6. Qualification of welders.....	30
6.1 Umum	30	6.1 General.....	30
6.2 Kualifikasi tunggal	31	6.2 Single qualification.....	31
6.3 Kualifikasi multiple.....	33	6.3 Multiple qualification.....	33
6.4 Pemeriksaan visual.....	36	6.4 Visual examination.....	36
6.5 Pengujian merusak.....	37	6.5 Destructive testing.....	37
6.6 Radiografi hanya untuk lasan <i>butt</i>	40	6.6 Radiography-but welds only	40
6.7 Uji ulang	41	6.7 Retesting.....	41
6.8 Rekaman.....	41	6.8 Records	41
7. Desain dan penyiapan sambungan untuk pengelasan produksi	41	7. Design and preparation of a joint for production welding	41
7.1 Umum	41	7.1 General	41
7.2 <i>Alignment</i>	41	7.2 Alignment	41
7.3 Penggunaan klem pelurus (<i>lineup clamp</i>) untuk lasan <i>butt</i>	42	7.3 Use of lineup clamp for butt welds is removed	42
7.4 Bevel	42	7.4 Bevel	42
7.5 Kondisi cuaca	43	7.5 Weather conditions	43
7.6 Ruang gerak kerja	43	7.6 Clearance	43
7.7 Pembersihan antara bead	43	7.7 Cleaning between beads	43
7.8 Las posisi	43	7.8 Position welding	43

7.9 Las putar	44	7.9 Roll welding	44
7.10 Identifikasi lasan	44	7.10 Identification of welds	44
7.11 Perlakuan pra-panas dan pasca panas	45	7.11 Pre- and post-heat treatment	45
8 Inspeksi dan pengetesan lasan produksi	45	8 Inspection and testing of production welds	45
8.1 Kewenangan inspeksi	45	8.1 Rights of inspection	45
8.2 Metode inspeksi	45	8.2 Methods of inspection	45
8.3 Kualifikasi personil inspeksi	46	8.3 Qualification of inspection personnel	46
8.4 Sertifikasi personil pengetesan nondestruktif	46	8.4 Certification of nondestructive testing personnel	46
9 Standar kelulusan untuk pengetesan nondestruktif	47	9 Acceptance standards for non destructive testing	47
9.1 Umum	47	9.1 General	47
9.2 Kewenangan penolakan	47	9.2 Rights of rejection	47
9.3 Pengujian radiografi	47	9.3 Radiographic testing	47
9.4 Uji partikel magnetik	56	9.4 Magnetic particle testing	56
9.5 Uji penetrasi cair	58	9.5 Liquid penetrant testing	58
9.6 Uji ultrasonik	59	9.6 Ultrasonic testing	59
9.7 Standar kelulusan visual untuk takik-las	62	9.7 Visual acceptance standards for undercutting	62
10 Reparasi dan penghilangan cacat	63	10 Repair and removal of defects	63
10.1 Kewenangan untuk reparasi	63	10.1 Authorization for repair	63
10.2 Prosedur Perbaikan	64	10.2 Repair Procedure	64
10.3 Kriteria Penerimaan	64	10.3 Acceptance Criteria	64
10.4 Supervisi	64	10.4 Supervision	64
10.5 Juru Las	65	10.5 Welder	65
11 Prosedur pengetesan nondestruktif	65	11 Procedures for nondestructive testing	65
11.1 Metode tes radiografik.....	65	11.1 Radiographic test methods	65
11.2 Metode uji partikel magnetik	75	11.2 Magnetic particle test method	75
11.3 Metode uji penetran cair	75	11.3 Liquid penetrant test method	75
11.4 Metoda uji ultrasonik	75	11.4 Ultrasonic test metod.....	75
12 Pengelasan mekanik dengan logam isi	83	12 Mechanized welding with filler metal additions	83
12.1 Proses las yang berterima	83	12.1 Acceptable Processes	83
12.2 Kualifikasi prosedur	83	12.2 Procedure qualification	83
12.3 Rekaman	83	12.3 Record	83
12.4 Spesifikasi prosedur	84	12.4 Procedure specification	84
12.5 Variabel esensial	86	12.5 Essential variables	86
12.6 Kualifikasi peralatan las dan operator	89	12.6 Qualification of welding equipment and operators.....	89
12.7 Rekaman dari operator yang berkualifikasi.....	90	12.7 Records of qualified operators	90
12.8 Inspeksi dan pengetesan lasan produksi	91	12.8 Inspection and testing of production welds	91
12.9 Standar kelulusan untuk Pengujian Tidak		12.9 Acceptance standards for	

Merusak.....	91	nondestructive Testing	91
12.10 Perbaikan dan penghilangan cacat- cacat.....	91	12.10 Repair and removal of defects	91
12.11 Pengetesan radiografik.....	91	12.11 Radiographic testing	91
13 Pengelasan otomatis tanpa tambahan logam pengisi	91	13 Automatic welding without filler- metal additions	91
13.1 Proses berterima.....	91	13.1 Acceptable processes	91
13.2 Kualifikasi prosedur.....	91	13.2 Procedure qualification	91
13.3 Rekaman	94	13.3 Record	94
13.4 Spesifikasi prosedur	94	13.4 Procedure specification	94
13.5 Variabel esensial.....	95	13.5 Essential variables	95
13.6 Kualifikasi peralatan dan operator	96	13.6 Qualification of equipment and operators	96
13.7 Rekaman dari operator yang berkualifikasi.....	97	13.7 Records of qualified operators	97
13.8 Jaminan Mutu Dari Lasan Produksi	97	13.8 Quality assurance of production welds	97
13.9 Standar Penerimaan untuk uji tak Rusak.....	100	13.9 Acceptance standards for nondestructive testing	100
13.10 Reparasi dan penghilangan cacat	100	13.10 Repair and removal of defects	100
13.11 Prosedur radiografik	101	13.11 Radiographic procedure ...	101
Lampiran A Standar penerimaan alternatif untuk lasan girth		Appendix A Alternative acceptance standard for girth welds	
A.1 Umum	102	A.1 General	102
A.2 Persyaratan tambahan untuk analisa tegangan	103	A.2 Additional requirements for stress analysys.....	103
A.3 Prosedur pengelasan	106	A.3 Welding procedure	106
A.4 Kualifikasi Juru Las	113	A.4 Qualification of welders	113
A.5 Inspeksi dan Kriteria Penerimaan	114	A.5 Inspection and acceptable limits	114
A.6 Rekaman	116	A.6 Record	116
A.7 Contoh	116	A.7 Example	116
A.8 Perbaikan	123	A.8 Repairs	123
A.9 Peristilahan	123	A.9 Nomenclature	123
Lampiran B Pengelasan In-Service		Appendix B In-Service welding	
B.1 Umum	125	B.1 General	125
B.2 Prosedur kualifikasi pengelasan	127	B.2 Qualification of in service welding Procedures	127
B.3 Kualifikasi juru las in-service ...	132	B.3 In service welder qualification	132
B.4 Saran praktek pengelasan in-service	133	B.4 Suggested In-service welding practices	133
B.5 Inspeksi dan uji lasan in-service	135	B.5 Inspection and testing of in-serice Welds	135

B.6 Standar penerimaan :		B.6 Standards of acceptabilty : non	
Uji tak rusak (termasuk visual)		destructive testing (including visual)	
.....	136	136
B.7 Perbaikan dan penghilangan cacat	136	B.7 Repair and removal of defects	136
 Gambar		 Figure	
1 Contoh form spesifikasi prosedur ...	10	1. Sample procedure specification form	10
2 Contoh form laporan tes kupon	13	2. Sample coupon test report.....	13
3 Lokasi spesimen tes-lasan butt untuk		3. Location of test specimen for procedure	
kualifikasi prosedur uji.....	19	qualificationTest.....	19
4 Spesimen uji kuat tarik	21	4. Tensile strength test specimen...	21
5 Spesimen uji nick-break	22	5. Nick-break test specimen.....	22
6 Spesimen uji lengkung akar dan muka :		6. Root-and face-bend test specimen :	
ketebalan kurang dari atau sama dengan		wall thickness less than or equal to	
0.500 in (12.7 mm)	26	0.500 in (12.7 mm).....	26
7 Specsimen uji lengkung-sisi : ketebalan		7. Side-bend test specimen : wall	
lebih dari 0.500 in (12.7 mm)	26	thickness greater thanl to 0.500 in (12.7	
.....	26	mm).....	26
8 Dimensi ketidaksempurnaan dalam		8. Dimensioning of imperfections in	
spesimen lasan	27	exposed weld surfaces.....	27
9 Jig untuk uji lengkung	28	9. Jig for guided bend tests.....	28
10 Lokasi spesimen tes nick-break		10 Location of nick-break test specimen	
Prosedur Las Filet Prosedur Las Filet dan		Fillet weld procedure and Welder	
Kualifikasi Juru Las	29	Qualification Test Weld.....	29
11 Lokasi spesimen tes nick-break Prosedur		11 Location of nick-break test specimen	
Las Filet dan Kualifikasi Juru Las.		Fillet weld procedure and Welder	
Termasuk Kualifikasi Juru Las Ukuran ke		Qualification Test Weld . Including	
ukuran Koneksi Cabang	30	Size-to-size Branch-connection Welder	
.....	30	Qualification Test.....	30
12 Lokasi spesimen tes lasan butt untuk tes		12 Location of test butt-weld specimens for	
kualifikasi juru las	36	welder qualification test.....	36
13 Penetrasi kurang tanpa tinggi-rendah		13 In adequate penetration without high	
.....	48	low (P).....	48
14 Penetrasi kurang karena tinggi-rendah		14 In adequate Penetration due to high-	
.....	53	low (IPD).....	53
15 Penetrasi kurang penetrasi silang	53	15 Inadequate cross penetration	53
16 Fusi tak komplet pada akar bead atau		16 Incomplete fusion at root of bead or top	
puncak sambungan.....	53	of joint (IF).....	53
17 Fusi tak komplet karena cold lap(IPD)	54	17 Incomplete fusion due to cold lap	54
18 Cekungan internal.....	54	18 Internal concavity (IC).....	54
19 Distribusi maximum kantong gas : Tebal		19 Maximum distribution of gas pockets:	
dinding kurang dari atau sama dengan 0.5		Wall thickness Les Than or Equal to	
inci (12.7 mm).....	54	0.500 in. (12.7 mm) 56.....	54

20 Distribusi maximum kantong gas: Tebal dinding lebih dari 0.5 inci (12.7 mm).....	55	20 Maximum distribution of gas pockets Wall thickness grater to 0.500 in. (12.7 mm).....	55
21 A Blok Referensi UT manual.....	80	21 A Reference block for manual UT	80
21 B Penentuan jarak, sudut , dan kecepatan	80	21 B Establishing distance, refracted angle, and velocity.....	80
21 C Prosedur tansfer.....	80	21 C Transfer procedure.....	80
22 Lokasi uji spesimen las butt untuk kualifikasi prosedur uji las flash : diameter luar lebih dari 18 inci (457 mm) tetapi kurang dari 24 inci (610 mm).....	96	22. Location of Test Butt-weld Specimens for Flash-weld Procedure Qualification Test: Outside Diameter Greater Than 18 in. (457 mm) but Less Than or Equal to 24 in. (610 mm).....	96
23 Lokasi uji spesimen las butt untuk kualifikasi prosedur uji las flash : diameter luar lebih dari 24 inci (610 mm) tetpai kurang dari 30 inci (762 mm).....	97	23 Location of Test Butt-weld Specimens for Flash-weld Procedure Qualification Test: Outside Diameter Greater Than 24 in. (610 mm) but Less Than or Equal to 30 in. (762 mm).....	97
24 Lokasi uji spesimen las butt untuk kualifikasi prosedur uji las flash : diameter luar lebih dari 30 inci (762 mm)	98	24 Location of Test Butt-weld Specimens for Flash-weld Procedure Qualification Test: Outside Diameter Greater Than 30 in. (762 mm).....	98
25 Dua inci spesimen uji nick-break		25 Two inch Nick-break Test Specimen	
A.1 Lokasi tes spesimen CTOD	110	A-1 Location of CTOD Test Specimens	110
A.2 Machining objective for CTOD dengan memperhatikan tebal dinding	110	A-2 Machining Objective for CTOD Test Specimen with Respect to Pipe Wall	110
A.3 Location of notch for weld-metal specimen	111	A.3 Location of notch for weld-metal specimen	111
A.4 Lokasi takikan untuk spesimen daerah yang dipengaruhi panas.....	111	A-4 Location of Notch for Heat-affected Zone Specimen.....	111
A.5 Alternatif criteria kelulusan untuk ketidaksempurnaan planar arah keliling	112	A-5 Alternative Acceptance Criteria for Circumferential Planar Imperfections	112
A.6 Kriteria evaluasi dari interaksi Kertidaksempurnaan	118	A-6 Criteria for Evaluation of Imperfection Interaction	
A.7 Batas panjang untuk cacat dalam pada dinding tebal	121	A-7 Length Limit for Deep Imperfections in Heavy-Wall Pipe	121
A.8 Istilah untuk dimensi permukaan dan ketidaksempurnaan terpendam... ..	124	A-8 Nomenclature for Dimensions of Surface and Buried Imperfections	124
B-1 Contoh tipikal Temper-bead Deposition Sequences.....	127	B-1 Examples of Typical Temper-bead Deposition Sequences.....	127
B-2 Saran untuk prosedur dan kualifikasi juru las assembly.....	136	B-2 Suggested Procedure and Welder Qualification Test Assembly.....	136
B-3 Lokasi spesimen uji kualifikas prosedur pengelasan in service.....		B-3 Location of Test Specimens—In-	

.....	137
B-4 Spesimen uji makro las in service	138
.....	139
B-5 Spesimen uji lengkung muka	140
B-6 Pad Penguat	140
B-7 Dudukan Penguat	141
B-8 Pipa selubung melingkar.....	141
B-9 Tee Melingkar.....	142
B-10 Pipa selubung dan dudukan melingkar.....	142
B-11 Dudukan melingkar.....	

Tabel

1 Grup logam pengisi.....	18
2 Tipe dan jumlah spesimen uji untuk uji kualifikasi prosedur.....	20
3 Tipe dan jumlah spesimen uji lasan butt per juru las untuk kualifikasi tes juru las dan pengetesan destruktif lasan produksi	39
4 Dimensi undercut maksimum.....	63
5 Tebal las versus diameter kawat tipe IQI ASTM E 142.....	73
6 Tebal las versus diameter kawat IQI tipe ISO.....	73
7 Tipe dan jumlah spesimen uji untuk uji kualifikasi prosedur.....	92
A-1 Batas penerimaan ketidaksempurnaan volumetrik terpendam	119
A-2 Batas penerimaan Arc Burn yang tidak dapat diperbaiki	119
A-3 batas panjang ketidaksempurnaan	120
A-4 Contoh toleransi dimensi ketidaksempurnaan	122
A-5 Contoh dimensi ketidaksempurnaan planar yang berterima	122
A-6 Contoh alternatif kriteria penerimaan	123
B-1 Tipe dan jumlah spesimen kualifikasi prosedur uji pengelasan in service	138
B-2 Tipe dan jumlah spesimen untuk kualifikasi prosedur uji las longitudinal	138

Service Welding Procedure Qualification Test	137
B-4 Macro Test Specimen—In-service Welds.....	138
B-5 Face-bend Test Specimen.....	139
B-6 Reinforcing Pad	140
B-7 Reinforcing Saddle.....	140
B-8 Encirclement Sleeve.....	141
B-9 Encirclement Tee.....	141
B-10 Encirclement Sleeve and Saddle	142
B-11 Encirclement Saddle	142

Table

1 Filler metal groups.....	18
2 Type and number of test specimens for procedure qualification test	20
3 Type and number of butt-weld test specimens for welder qualification test destructive testing of production welds	39
4 Maximum dimension of undercutting	63
5 Weld Thickness Versus Diameter of ASTM E 747 Wire Type IQI.....	73
6 Weld Thickness Versus Diameter of ISO Wire Type IQI.....	73
7 Type and Number of Test Specimens for Procedure Qualification Test (Flash Weld Only).....	92
A-1 Acceptance Limits for Buried Volumetric Imperfections	119
A-2 Acceptance Limits for Unrepaired Arc Burns.....	119
A-3 Imperfection Length Limits.....	120
A-4 Allowable Imperfection Dimensions for Example	122
A-5 Acceptable Planar Imperfection Dimensions for Example	122
A-6 Example Alternative Acceptance Criteria	123
B-1 Type and Number of Specimens—In-Service Welding Procedure Qualification Test	138
B-2 Type and Number of Test Specimens for Longitudinal Seam Welds Welder Qualification Test	138

Prakata

SNI 3472-2009 Pengelasan saluran pipa dan fasilitas yang terkait disusun oleh Sub Panitia Teknis 75-01/S1 Sistem Transportasi Perpipaan.

Standar ini merevisi SNI 13-3472-1994 Pengelasan Saluran Pipa dan Fasilitas Terkait. Tujuan dari perumusan standar ini untuk mendukung komunikasi didalam informasi terkait.

Dokumen acuan dasar yang dipakai pada Standar Definisi dan Istilah perpipaan ini adalah API 1104: Pengelasan Saluran Pipa dan Fasilitas Terkait edisi ke-20, Nopember 2005 yang umumnya dipakai dalam dunia industri perminyakan dan gas bumi

Standar ini telah di konsensuskan pada tanggal 27-28 November 2007 di Jakarta, yang dihadiri oleh produsen, konsumen, pakar dan pemerintah.

Preface

SNI 3472-2009 Welding of pipelines and related facilities, The national committee which responsibility this standard is Sub Technical Committee 75-01/S1 on Pipeline Transportation System.

Revising Standard for Welding of Pipelines and Related Facilities – SNI 13-3472-2002. This standard is the major product of Sub-working Committee Pipeline Transportation System, to aid in the communicating of related information.

Basic reference documents to develop this Pipeline Definitions and Terms Standard is API 1104: Welding of Pipelines and Related Facilities, Twentieth Edition, November 2005 commonly used in oil and gas industry

Consensus has been conducted in Jakarta on November 27-28, 2007, attended by representatives from producers, consumers, government and expert.



Pengelasan saluran pipa dan fasilitas yang terkait

Welding of pipelines and related facilities

1 Umum

1 General

1.1 Ruang lingkup

1.1 Scope

Standar ini mencakup lasan butt, fillet dan soket dengan pengelasan gas dan busur untuk perpipaan baja karbon dan baja paduan rendah yang digunakan dalam pemampatan, pemompaan dan penyaluran minyak,, gas bumi, produk minyak, bahan bakar gas, karbon dioksida, nitrogen dan, untuk sistem distribusi. Ini diterapkan pada konstruksi baru dan pengelasan saat operasi. Pengelasan dapat dilakukan dengan proses las busur-logam berpelindung (SMAW), las busur terendam (SAW), las busur tungsten gas (GTAW), las busur logam gas (GMAW), las busur inti flux (FCAW), las busur plasma, las oksiasetelin atau proses las butt flash atau kombinasi dari proses-proses itu dengan teknik las manual, semiotomatis, mekanis, atau otomatis atau kombinasi dari metode-metode itu. Lasan dapat dihasilkan dengan las posisi atau las putar (roll welding) atau dengan kombinasi dari keduanya.

This standard covers the gas and arc welding of butt, fillet, and socket welds in carbon and low-alloy steel piping used in the compression, pumping, and transmission of crude petroleum, petroleum products, fuel gases, carbon dioxide, nitrogen, and, where applicable, covers welding on distribution systems. It applies to both new construction and in-service welding. The welding may be done by a shielded metal-arc welding, submerged arc welding, gas tungsten-arc welding, gas metal-arc welding, flux-cored arc welding, plasma arc welding, oxyacetylene welding, or flash butt welding process or by a combination of these processes using a manual, semiautomatic, mechanized, or automatic welding technique or a combination of these techniques. The welds may be produced by position or roll welding or by a combination of position and roll welding.

Standar ini juga mencakup prosedur untuk pengujian radiografi, partikel magnetik, penetran cair dan ultrasonik, dan juga standar kelulusan yang akan diterapkan pada lasan produksi yang dites destruktif atau yang diinspeksi dengan metoda uji radiografi, partikel magnetik, penetran cair, ultrasonik dan visual.

This standard also covers the procedures for radiographic, magnetic particle, liquid penetrant, and ultrasonic testing, as well as the acceptance standards to be applied to production welds tested to destruction or inspected by radiographic, magnetic particle, liquid penetrant, ultrasonic, and visual testing methods.

Nilai – nilai yang dinyatakan baik dalam satuan Inci – pon atau SI harus diperlakukan secara terpisah sebagai standar. Setiap sistem digunakan secara terpisah.

The values stated in either inch-pound unit or SI units are to be regarded separately as standards. Each system is to be used independently of the other, without combining values in any way.

Proses las selain yang dijelaskan diatas akan dipertimbangkan untuk pencantuman nya dalam standar ini. Pihak-pihak yang menginginkan agar proses las lainnya tercantum harus menyerahkan minimal informasi berikut ini untuk bahan pertimbangan Panitia Teknis:

Processes other than those described above will be considered for inclusion in this standard. Persons who wish to have other processes included shall submit, as a minimum, the following information for the committee's consideration:

- a) Deskripsi proses las.
- b) Proposal atas variabel esensial.
- c) Spesifikasi prosedur las.
- d) Metode inspeksi lasan.
- e) Tipe dari cacat lasan dan usulan batasan kelulusan.
- f) Prosedur reparasi.

Hal ini ditujukan untuk semua pekerjaan yang mengacu kepada standar ini harus memenuhi atau melebihi persyaratan standar.

- a) A description of the welding process.
- b) A proposal on the essential variables.
- c) A welding procedure specification.
- d) Weld inspection methods.
- e) Types of weld imperfections and their proposed acceptance limits.
- f) Repair procedures.

It is intended that all work performed in accordance with this standard shall meet or exceed the requirements of this standard.

2 Acuan Publikasi

Standar, dan spesifikasi berikut ini diacu dalam standar ini:

2 Referenced Publications

The following standards, codes, and specifications are cited in this standard:

API	Spec 5L	Specification for line pipe
API	RP 2201	Safe Hot Tapping Practices in the Petroleum & Petrochemical Industries
ASNT	RP SNT-TC-1A	Personnel qualification and certification in nondestructive testing
ASNT	ACCP	ASNT Central Certification Program
ASTM	E 164	Standard practice for ultrasonic contact examination of weldments
ASTM	E 165	Standard test methods for liquid penetrant examination
ASTM	E 709	Standard guide for magnetic particle examination
ASTM	E 747	Standard practice for design, manufacture and material grouping classification of wire image quality indicators (IQI) used for radiology
AWS	A3.0	Welding, terms and definitions
AWS	A5.1	Covered carbon steel arc welding electrodes
AWS	A5.2	Iron and steel oxyfuel gas welding rods
AWS	A5.5	Low alloy steel covered arc welding electrodes
AWS	A5.17	Carbon steel electrodes and fluxes for submerged arc welding
AWS	A5.18	Carbon steel filler metals for gas shielded arc welding
AWS	A5.20	Carbon steel electrodes for flux cored arc welding
AWS	A5.28	Low alloy steel filler metals for gas shielded arc welding
AWS	A5.29	Low alloy steel electrodes for flux cored arc welding
BSI	BS 7448: Pt.2	Fracture mechanics toughness tests part 2, method for determination of K_{Ic} Critical CTOD and Critical J Values of Welds in Metallic Materials
NACE	MR-01-75	Sulfide stress corrosion cracking resistant metallic materials for oil field equipment

3 Istilah dan definisi

3.1 Umum

Istilah dan definisi las yang digunakan dalam standar ini mengacu pada *AWS A3.0 welding terms and definitions* dengan tambahan dan modifikasi yang tercantum pada 3.2.

3.2 Definisi

3.2.1

pengelasan otomatis

mengacu pada las busur yang dilakukan sepenuhnya oleh peralatan tanpa manipulasi manual dari busur atau elektroda kecuali pemanduan atau penelusuran oleh operator yang tidak memerlukan persyaratan kemampuan mengelas secara manual

3.2.2

pengalasan cabang

lasan yang menghubungkan cabang pipa atau fitting ke pipa utama

3.2.3

perusahaan

perusahaan pemilik (*owner company*) atau perusahaan rekayasa (*engineering agency*) yang bertanggung jawab atas pekerjaan konstruksi. perusahaan dapat bertindak melalui seorang inspektor atau representatif berwenang lainnya

3.2.4

kontraktor

meliputi kontraktor utama dan setiap subkontraktor yang berhubungan dengan pekerjaan yang dicakup oleh standar ini

3.2.5

cacat

ketidak sempurnaan dalam skala yang cukup sebagai dasar penolakan dari standar ini

3.2.6

ketidak sempurnaan

ketidak sinambungan atau ketidak teraturan yang terdeteksi dengan metoda metoda yang dijelaskan dalam standar ini

3 Definition of Terms

3.1 General

The welding terms used in this standard are as defined in AWS A3.0, with the additions and modifications given in 3.2.

3.2 Definitions

3.2.1

automatic welding

refers to arc welding with equipment that performs the entire welding operation without manual manipulation of the arc or electrode other than guiding or tracking and without a manual welding-skill requirement of the operator

3.2.2

branch weld

the completed weld joining a branch pipe or branch fitting to a run pipe

3.2.3

company

the owner company or the engineering agency in charge of construction. The company may act through an inspector or another authorized representative

3.2.4

contractor

includes the primary contractor and any subcontractors engaged in work covered by this standard

3.2.5

defect

an imperfection of sufficient magnitude to warrant rejection based on the stipulations in this standard

3.2.6

imperfection

a discontinuity or irregularity that is detectable by methods outlined in this standard

3.2.7 indikasi

bukti yang diperoleh dengan pengujian tidak merusak

3.2.8 cekungan internal

sebuah *bead* yang terdifusi dengan baik dan menembus penuh ke dalam tebal dinding pipa sepanjang kedua sisi *bevel*, tetapi pusatnya agak di bawah permukaan dalam dinding pipa. Ukuran kecekungan itu adalah jarak tegak lurus antara perpanjangan sumbu permukaan dinding pipa dan titik terendah permukaan *bead* lasan

3.2.9 las mekanik

sebuah proses dimana parameter dan pengatur *torch* diatur secara mekanik atau elektronik tetapi mungkin bisa diatur secara manual selama pengelasan untuk menjaga kondisi pengelasan yang ditentukan

3.2.10 las posisi

pengelasan dimana pipa atau rakitan tidak berputar sewaktu proses pengelasan

3.2.11 juru las yang berkualifikasi

seorang juru las yang telah memperlihatkan kemampuan untuk menghasilkan lasan yang memenuhi persyaratan dalam bagian 5 atau 6

3.2.12 prosedur las berkualifikasi

metode terinci yang telah teruji dan terbukti dengan lasan yang mulus dengan sifat mekanik yang sesuai

3.2.13 operator radiografi

seseorang yang melaksanakan pekerjaan radiografi

3.2.14 reparasi

Setiap kerja ulang pada lasan jadi yang memerlukan pengelasan untuk memperbaiki ketidaksempurnaan lasan yang ditemukan

3.2.7 indication

evidence obtained by nondestructive testing

3.2.8 an internal concavity

a bead that is properly fused to and completely penetrates the pipe wall thickness along both sides of the bevel, but whose center is somewhat below the inside surface of the pipe wall. the magnitude of concavity is the perpendicular distance between an axial extension of the pipe wall surface and the lowest point on the weld bead surface

3.2.9 mechanized welding

a process where parameters and torch guidance are controlled mechanically or electronically but may be manually varied during welding to maintain the specified welding conditions

3.2.10 position welding

welding in which the pipe or assembly is not rotating while the weld is being deposited

3.2.11 qualified welder

a welder who has demonstrated the ability to produce welds that meet the requirements of Sections 5 or 6

3.2.12 qualified welding procedure

a tested and proven detailed method by which sound welds with suitable mechanical properties can be produced

3.2.13 radiographer

a person who performs radiographic operations

3.2.14 repair

any rework on a completed weld that requires welding to correct a fault in the weld that has been discovered by visual or

pada pemeriksaan visual atau tes nondestruktif di luar batas standar

3.2.15

lasan putar

pengelasan dimana pipa atau rakitan ditahan tetap pada posisinya

3.2.16

root bead

bead pertama atau bead stringer yang mengawali penyambungan antara dua potong pipa ke fitting atau dua fitting

3.2.17

las semiotomatis

las busur dengan peralatan yang hanya mengendalikan pengumpanan logam pengisi (*filler metal feed*). gerak maju pengelasan dikendalikan secara manual

3.2.18

harus

digunakan untuk menyatakan bahwa suatu ketentuan adalah wajib. Hendaknya digunakan untuk menyatakan suatu pelaksanaan yang direkomendasikan

3.2.19

lasan

lasan yang menyambung dua potong pipa, pipa ke fitting atau dua fitting

3.2.20

juru las

orang yang membuat lasan

nondestructive testing and is beyond this standard's limits of acceptability

3.2.15

roll welding

welding in which the pipe or assembly is rotated while the weld metal is being deposited at or near the top center

3.2.16

root bead

the first or stringer bead that initially joins two sections of pipe, a section of pipe to a fitting, or two fittings

3.2.17

semiautomatic welding

arc welding with equipment that controls only the filler-metal feed. The advance of the welding is manually controlled

3.2.18

shall

term that indicates a mandatory requirement. The term should indicate a recommended practice

3.2.19

weld

the completed weld joining two sections of pipe, a section of pipe to a fitting, or two fittings

3.2.20

welder

a person who makes a weld

4 Spesifikasi

4.1 Peralatan

Peralatan las, baik gas maupun busur, ukuran dan tipenya harus disesuaikan dengan pekerjaan yang dilakukan dan harus dipelihara dalam kondisi-kondisi yang dapat menjamin lasan berterima, kontinuitas operasi dan keselamatan kerja bagi personil. Peralatan las busur harus dioperasikan dalam rentang amperase dan voltase yang dinyatakan dalam prosedur las yang berkualifikasi. Peralatan las-gas harus dioperasikan dengan karakteristik nyala api

4 Specifications

4.1 Equipment

Welding equipment, both gas and arc, shall be of a size and type suitable for the work and shall be maintained in a condition that ensures acceptable welds, continuity of operation, and safety of personnel. Arc-welding equipment shall be operated within the amperage and voltage ranges given in the qualified welding procedure. Gas-welding equipment shall be operated with the flame characteristics and tip sizes given in the qualified welding procedure.

dan ukuran tip yang dinyatakan dalam prosedur las yang berkualifikasi. Peralatan yang tidak memenuhi persyaratan ini harus direparasi atau diganti.

4.2 Material

4.2.1 Pipa dan penyambung pipa

Standar ini berlaku untuk pengelasan pipa dan penyambung pipa yang mengikuti spesifikasi-spesifikasi berikut:

- API Specification 5L.
- Spesifikasi ASTM yang berlaku.

Standar ini juga berlaku untuk material dengan sifat-sifat kimia dan mekanis yang memenuhi salah satu spesifikasi yang terdaftar pada butir-butir a dan b di atas, meskipun material tersebut tidak diproduksi berdasarkan spesifikasi itu.

4.2.2 Logam pengisi

4.2.2.1 Tipe dan ukuran

Semua logam pengisi harus mengikuti salah satu spesifikasi berikut:

- AWS A5.1
- AWS A5.5
- AWS A5.2
- AWS A5.17
- AWS A5.18
- AWS A5.20
- AWS A5.29
- AWS A5.28
- Logam pengisi yang tidak mengikuti spesifikasi di atas boleh digunakan asalkan prosedur las yang menyangkut pemakaiannya dikualifikasi.

4.2.2.2 Penyimpanan dan penanganan logam pengisi dan *fluks*

Logam pengisi dan *fluks* harus disimpan dan ditangani sedemikian rupa untuk mencegah kerusakan logam pengisi dan *fluks* atau kemasannya. Logam pengisi dan *fluks* dalam kemasan terbuka harus diproteksi terhadap deteriorasi (penurunan mutu) dan logam pengisi yang terbungkus harus diproteksi terhadap perubahan kelembaban

Equipment that does not meet these requirements shall be repaired or replaced.

4.2 Material

4.2.1 Pipe and Fittings

This standard applies to the welding of pipe and fittings that conform to the following specifications:

- API Spec 5L.
- Applicable ASTM specifications.

This standard also applies to materials with chemical and mechanical properties that comply with one of the specifications listed in items a and b above, even though the material is not manufactured in accordance with the specification.

4.2.2 Filler Metal

4.2.2.1 Type and Size

All filler metals shall conform to one of the following:

- AWS A5.1
- AWS A5.2
- AWS A5.5
- AWS A5.17
- AWS A5.18
- AWS A5.20
- AWS A5.28
- AWS A5.29
- Filler metals that do not conform to the specifications above may be used provided the welding procedures involving their use are qualified.

4.2.2.2 Storage and Handling of Filler Metals and Fluxes

Filler metals and fluxes shall be stored and handled to avoid damage to them and to the containers in which they are shipped. Filler metals and fluxes in opened containers shall be protected from deterioration, and filler metals that are coated shall be protected from excessive changes in moisture. Filler metals and

yang berlebihan. Logam pengisi dan fluks yang menunjukkan tanda-tanda kerusakan atau deteriorasi harus tidak digunakan.

4.2.3 Gas pelindung

4.2.3.1 Tipe

Atmosfer untuk pelindung busur terdiri dari beberapa jenis dan dapat berupa gas inert, gas aktif atau campuran dari gas inert dan gas aktif. Tingkat kemurnian dan kekeringan dari atmosfer ini sangat berpengaruh besar terhadap pengelasan dan hendaknya mempunyai besaran/nilai yang sesuai untuk proses las dan logam dasar. Atmosfer pelindung yang akan digunakan harus memenuhi syarat untuk material dan proses pengelasan.

4.2.3.2 Penyimpanan dan penanganan

Gas pelindung harus disimpan di dalam tabung sebagaimana yang dipasok (*supply*), dan tabung gas ini harus disimpan dan dihindarkan dari suhu tinggi. Gas-gas harus tidak dicampur bersama di lapangan dalam tabung-tabungnya. Gas yang kemurniannya diragukan dan yang tabungnya menunjukkan tanda-tanda kerusakan harus tidak digunakan.

5 Kualifikasi prosedur las untuk lasan dengan tambahan logam pengisi

5.1 Kualifikasi prosedur

Sebelum pengelasan produksi dimulai, spesifikasi prosedur yang detail harus dibuat dan dikualifikasi untuk mendemonstrasikan bahwa lasan dengan sifat mekanis yang sesuai (seperti kekuatan, duktilitas dan kekerasan) dan lasan yang mulus/bebas cacat (*soundness*) dapat dibuat melalui prosedur ini. Kualitas lasan harus ditentukan dengan pengujian merusak. Prosedur ini harus dipatuhi, kecuali bila ada perubahan yang dikuasakan secara spesifik oleh perusahaan, seperti yang ditentukan pada 5.4.

fluxes that show signs of damage or deterioration shall not be used.

4.2.3 Shielding Gases

4.2.3.1 Types

Atmospheres for shielding an arc are of several types and may consist of inert gases, active gases, or mixtures of inert and active gases. The purity and dryness of these atmospheres have great influence on welding and should be of values suitable for the process and the materials to be welded. The shielding atmosphere to be used shall be qualified for the material and the welding process.

4.2.3.2 Storage and Handling

Shielding gases shall be kept in the containers in which they are supplied, and the containers shall be stored away from extremes of temperature. Gases shall not be field intermixed in their containers. Gases of questionable purity and those in containers that show signs of damage shall not be used.

5 Qualification of Welding Procedures for Welds Containing Filler-metal Additives

5.1 Procedure Qualification

Before production welding is started, a detailed procedure specification shall be established and qualified to demonstrate that welds with suitable mechanical properties (such as strength, ductility, and hardness) and soundness can be made by the procedure. The quality of the welds shall be determined by destructive testing. These procedures shall be adhered to except where a change is specifically authorized by the company, as provided for in 5.4.

5.2 Rekaman

Detail dari setiap prosedur yang dikualifikasi harus direkam. Rekaman ini harus memperlihatkan hasil lengkap dari tes kualifikasi prosedur. Formulir yang serupa yang ditunjukkan pada Gambar. 1 dan 2 hendaknya digunakan. Rekaman ini harus dijaga selama prosedur ini masih digunakan.

5.3 Spesifikasi prosedur

5.3.1 Umum

Spesifikasi prosedur harus mencakup informasi yang dispesifikasikan dalam 5.3.2.

5.3.2 Informasi spesifikasi

5.3.2.1 Proses

Proses tertentu atau kombinasi proses yang digunakan harus diidentifikasi. Penggunaan proses las manual, semi otomatis, otomatis atau kombinasi dari proses-proses ini harus dispesifikasikan.

5.3.2.2 Material pipa dan penyambung pipa

Material yang digunakan dalam prosedur harus diidentifikasi. Pipa API Spec 5L, dan juga material yang sesuai dengan spesifikasi ASTM yang berterima, boleh dikelompokkan (lihat 5.4.2.2), kecuali itu tes kualifikasi dibuat pada material dengan kuat ulur minimum-spesifikasi yang tertinggi di dalam grup/kelompok. Bila mengelas material dari dua kelompok material yang terpisah, prosedur untuk kekuatan yang lebih tinggi harus digunakan.

5.3.2.3 Diameter dan tebal dinding

Rentang diameter dan tebal dinding dimana prosedur diberlakukan harus diidentifikasi. Contoh pengelompokan yang disarankan dinyatakan pada 6.2.2, butir d dan e.

5.2 Record

The details of each qualified procedure shall be recorded. The record shall show complete results of the procedure qualification test. Forms similar to those shown in Figures 1 and 2 should be used. The record shall be maintained as long as the procedure is in use.

5.3 Procedure Specification

5.3.1 General

The procedure specification shall include the information specified in 5.3.2, where applicable.

5.3.2 Specification Information

5.3.2.1 Process

The specific process or combination of processes used shall be identified. The use of a manual, semiautomatic, mechanized, or automatic welding process or any combination of these shall be specified.

5.3.2.2 Pipe and Fitting Materials

The materials to which the procedure applies shall be identified. API Spec 5L pipe, as well as materials that conform to acceptable ASTM specifications, may be grouped (see 5.4.2.2), provided that the qualification test is made on the material with the highest specified minimum yield strength in the group.

5.3.2.3 Diameters and Wall Thicknesses

The ranges of outside diameters and wall thicknesses over which the procedure is applicable shall be identified. Examples of suggested groupings are shown in 6.2.2, items d and e.

5.3.2.4 Desain sambungan

Spesifikasi harus mencakup sketsa sambungan yang memperlihatkan sudut bevel, ukuran muka akar (*root face*) dan celah akar (*root opening*) atau spasi antara members (bagian) yang disambung las. Bentuk dan ukuran lasan fillet harus ditunjukkan. Jika menggunakan penahan balik (*backup*), tipenya harus dinyatakan.

5.3.2.5 Logam pengisi dan jumlah bead

Ukuran dan nomor klasifikasi dari logam pengisi, jumlah dan urutan minimum dari *bead* lasan harus dinyatakan.

5.3.2.6 Karakteristik listrik

Arus dan polaritas harus dinyatakan, dan rentang voltase dan amperage untuk setiap *elektrode*, *rod* atau kawat harus dispesifikasi kan.

5.3.2.7 Karakteristik nyala api

Spesifikasi harus menyatakan apakah nyala api adalah netral, *carborizing* atau *oxidizing*. Ukuran *orifice* pada *tip torch* untuk setiap ukuran *rod* atau kawat harus dispesifikasi kan.

5.3.2.8 Posisi

Spesifikasi harus menyatakan apakah pengelasan adalah las putar atau las posisi.

5.3.2.9 Arah pengelasan

Spesifikasi harus menyatakan apakah pengelasan yang akan dilaksanakan arah nya naik atau turun.

5.3.2.4 Joint Design

The specification shall include a sketch or sketches of the joint that show the angle of bevel, the size of the root face, and the root opening or the space between butting members. The shape and size of fillet welds shall be shown. If a backup is used, the type shall be designated.

5.3.2.5 Filler Metal and Number of Beads

The sizes and classification number of the filler metal and the minimum number and sequence of beads shall be designated.

5.3.2.6 Electrical Characteristics

The current and polarity shall be designated, and the range of voltage and amperage for each electrode, rod, or wire shall be shown.

5.3.2.7 Flame Characteristics

The specification shall designate whether the flame is neutral, carburizing, or oxidizing. The size of the orifice in the torch tip for each size of rod or wire shall be specified.

5.3.2.8 Position

The specification shall designate roll or position welding.

5.3.2.9 Direction of Welding

The specification shall designate whether the welding is to be performed in an uphill or downhill direction.

Spesifikasi prosedur No..... Procedure specification No.....		
Untuk _____	Pengelasan _____	Pipa dan fittings _____
For _____	Welding of _____	Pipe and fittings _____
Proses _____		
Process _____		
Material _____		
Material _____		
Diameter dan tebal dinding _____		
Diameter and wall thickness _____		
Desain sambungan _____		
Joint design _____		
Logam pengisi dan jumlah bead lasan _____		
Filler metal and no. of beads _____		
Karakteristik listrik atau nyala api _____		
Electrical or flame characteristics _____		
Posisi _____		
Position _____		
Arah pengelasan _____		
Direction of welding _____		
Jumlah juru las _____		
No. of welders _____		
Selang waktu antara pass _____		
Time lapse between passes _____		
Tipe dan pelepasan klem pelurus (line up clamp) _____		
Type and removal of line up clamp _____		
Pembersihan dan/atau penggerindahan _____		
Cleaning and/or grinding _____		
Perlakuan prapanas dan pasca panas _____		
Preheat stress relief _____		
Gas pelindung dan laju aliran _____		
Shielding gas and flow rate _____		
Fluks pelindung _____		
Shielding flux _____		
Kecepatan las (speed of travel) _____		
Speed of travel _____		
Sketches and tabulations attached _____		
Dites _____	Juru las _____	
Tested _____	Welder _____	
Disetujui _____	Penyelia las _____	
Approved _____	Welding supervisor _____	
Diadopsi _____	Engineer _____	
Diadopsi _____	Chief engineer _____	

Gambar 1 Contoh form spesifikasi prosedur - Sample procedure specification form

5.3.2.10 Waktu antara pass

Waktu maksimum antara selesainya *root bead* dan *start* dari *bead* kedua, dan juga waktu maksimum antara selesainya *bead* kedua dan *start* dari *bead* berikutnya, harus dinyatakan.

5.3.2.10 Time between Passes

The maximum time between the completion of the root bead and the start of the second bead, as well as the maximum time between the completion of the second bead and the start of other beads, shall be designated.

5.3.2.11 Tipe dan pelepasan klem pelurus

5.3.2.11 Type and Removal of Lineup Clamp

Spesifikasi harus menyatakan apakah klem pelurus yang digunakan tipe internal atau eksternal, atau jika klem tidak digunakan sama sekali. Jika klem digunakan, persentase minimum dari pengelasan *root bead* yang harus diselesaikan sebelum klem dilepas harus dispesifikasikan.

The specification shall designate whether the lineup clamp is to be internal or external or if no clamp is required. If a clamp is used, the minimum percentage of root-bead welding that must be completed before the clamp is released shall be specified.

5.3.2.12 Pembersihan dan / atau penggerindaan

5.3.2.12 Cleaning and/or Grinding

Spesifikasi harus menyatakan apakah power tool atau hand tool yang akan digunakan untuk pembersihan, penggerindaan, atau keduanya.

The specification shall indicate whether power tools or hand tools are to be used for cleaning, grinding, or both.

5.3.2.13 Perlakuan prapanas dan pascapanas

5.3.2.13 Pre- and Post-heat Treatment

Metode, suhu dan metode pengontrolan suhu serta rentang suhu ambien untuk perlakuan prapanas dan pascapanas harus dispesifikasikan (lihat 7.1 1).

The methods, temperature, temperature-control methods, and ambient temperature range for pre- and post-heat treatment shall be specified (see 7.11).

5.3.2.14 Gas pelindung dan laju aliran (flow rate)

5.3.2.14 Shielding Gas and Flow Rate

Komposisi dari gas pelindung dan rentang laju aliran harus dinyatakan.

The composition of the shielding gas and the range of flow rates shall be designated.

5.3.2.15 Fluks pelindung

5.3.2.15 Shielding Flux

Tipe *fluks* pelindung harus dinyatakan.

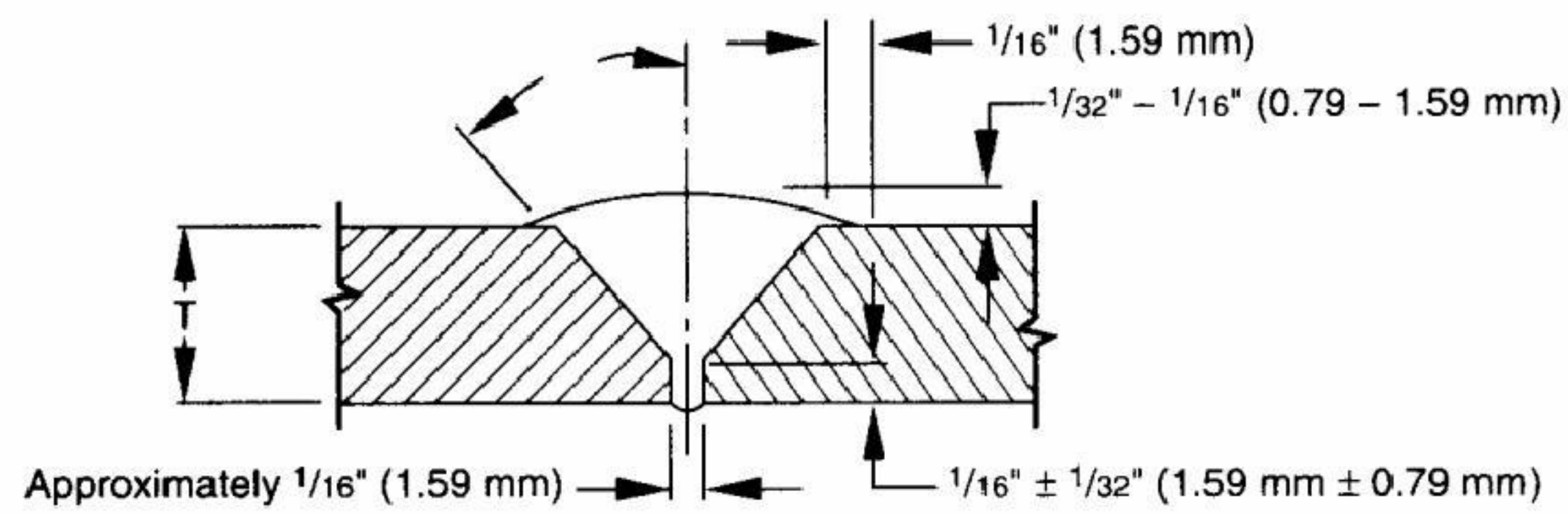
The type of shielding flux shall be designated.

5.3.2.16 Kecepatan pengelasan

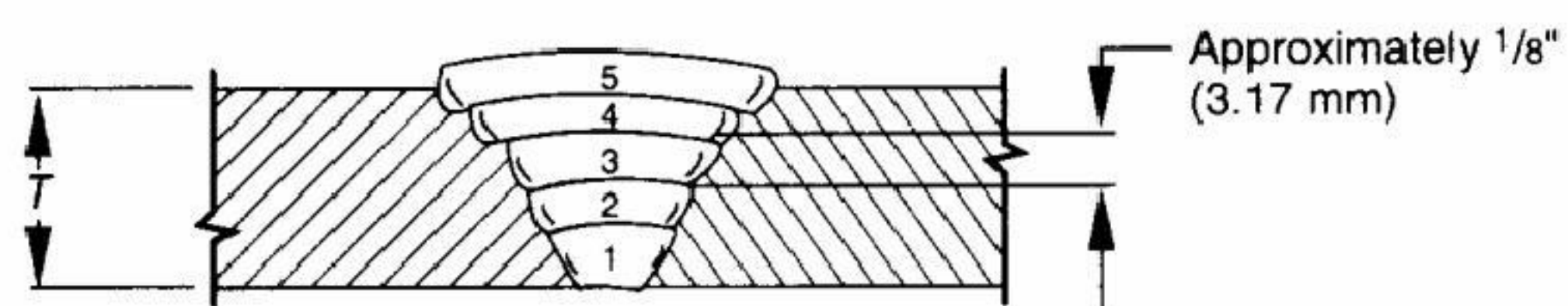
5.3.2.16 Speed of Travel

Rentang untuk kecepatan pengelasan dalam inci (mm) per menit harus dispesifikasikan untuk setiap *pass*.

The range for speed of travel, in inches (millimeters) per minute, shall be specified for each pass.



Sambungan *butt bevel-v* standar
Standard v-bevel butt joint



Urutan bead
sequence of beads

Note: Dimensions are for example only
Catatan: Dimensi hanya untuk contoh

Electrolized size and number of beads				
Bead number	Electrode size and type	Voltage	Amperage and polarity	Speed

Gambar 1 Lanjutan - *Continued*

Laporan uji kupon - <i>Coupon test report</i>																																																																																																																							
<u>Tanggal</u> _____				<u>No. Uji</u> _____																																																																																																																			
<u>Date</u> _____				<u>Test No.</u> _____																																																																																																																			
<u>Lokasi</u> _____																																																																																																																							
<u>Location</u> _____																																																																																																																							
<u>Keterangan</u> _____				<u>Posisi Lasan:</u> <u>Roll</u> <input type="checkbox"/> <u>Tetap</u> <input type="checkbox"/>																																																																																																																			
<u>State</u> _____				<u>Weld Position:</u> <u>Roll Fixed</u>																																																																																																																			
<u>Juru las</u> _____				<u>No. Identifikasi</u> _____																																																																																																																			
<u>Welder</u> _____				<u>Mark</u> _____																																																																																																																			
<u>Waktu Pengelasan</u> _____				<u>Waktu</u> _____																																																																																																																			
<u>Welding time</u> _____				<u>Time of day</u> _____																																																																																																																			
<u>Suhu rata-rata</u> _____				<u>Wind break yang dipakai</u> _____																																																																																																																			
<u>Mean temperature</u> _____				<u>Wind break used</u> _____																																																																																																																			
<u>Kondisi cuaca</u> _____																																																																																																																							
<u>Weather conditions</u> _____																																																																																																																							
<u>Voltase</u> _____				<u>Amperase</u> _____																																																																																																																			
<u>Voltage</u> _____				<u>Amperage</u> _____																																																																																																																			
<u>Tipe mesin pengelasan</u> _____				<u>Ukuran mesin pengelasan</u> _____																																																																																																																			
<u>Welding machine type</u> _____				<u>Welding machine size</u> _____																																																																																																																			
<u>Logam pengisi</u> _____																																																																																																																							
<u>Filler metal</u> _____																																																																																																																							
<u>Ukuran tonjolan lasan</u> _____																																																																																																																							
<u>Reinforcement size</u> _____																																																																																																																							
<u>Tipe dan grade pipa</u> _____																																																																																																																							
<u>Pipe type and grade</u> _____																																																																																																																							
<u>Tebal dinding</u> _____				<u>Diameter luar</u> _____																																																																																																																			
<u>Wall thickness</u> _____				<u>Outside diameter</u> _____																																																																																																																			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th></th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> <th>7</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><u>No. kupon</u></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td><u>Coupon stenciled</u></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td><u>Dimensi spesimen awal</u></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td><u>Original specimen dimensions</u></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td><u>Luas spesimen awal</u></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td><u>Original specimen area</u></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td><u>Beban maximum</u></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td><u>Maximum load</u></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td><u>Kuat tarik per inci kuadrat</u></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td><u>dari luas pelat</u></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td><u>Tensile strength per square inch of plate area</u></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td><u>Lokasi patahan</u></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td><u>Fracture location</u></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </tbody> </table>									1	2	3	4	5	6	7	<u>No. kupon</u>								<u>Coupon stenciled</u>								<u>Dimensi spesimen awal</u>								<u>Original specimen dimensions</u>								<u>Luas spesimen awal</u>								<u>Original specimen area</u>								<u>Beban maximum</u>								<u>Maximum load</u>								<u>Kuat tarik per inci kuadrat</u>								<u>dari luas pelat</u>								<u>Tensile strength per square inch of plate area</u>								<u>Lokasi patahan</u>								<u>Fracture location</u>							
	1	2	3	4	5	6	7																																																																																																																
<u>No. kupon</u>																																																																																																																							
<u>Coupon stenciled</u>																																																																																																																							
<u>Dimensi spesimen awal</u>																																																																																																																							
<u>Original specimen dimensions</u>																																																																																																																							
<u>Luas spesimen awal</u>																																																																																																																							
<u>Original specimen area</u>																																																																																																																							
<u>Beban maximum</u>																																																																																																																							
<u>Maximum load</u>																																																																																																																							
<u>Kuat tarik per inci kuadrat</u>																																																																																																																							
<u>dari luas pelat</u>																																																																																																																							
<u>Tensile strength per square inch of plate area</u>																																																																																																																							
<u>Lokasi patahan</u>																																																																																																																							
<u>Fracture location</u>																																																																																																																							
<table style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 33%; text-align: center;"> <input type="checkbox"/> <u>Prosedur</u> Procedure </td> <td style="width: 33%; text-align: center;"> <input type="checkbox"/> <u>Uji pengkualifikasian</u> Qualifying test </td> <td style="width: 33%; text-align: center;"> <input type="checkbox"/> <u>Berkualifikasi</u> Qualified </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"> <input type="checkbox"/> <u>Juru las</u> Welder </td> <td style="text-align: center;"> <input type="checkbox"/> <u>Test saluran</u> Line test </td> <td style="text-align: center;"> <input type="checkbox"/> <u>Diskualifikasi</u> Disqualified </td> </tr> </table>								<input type="checkbox"/> <u>Prosedur</u> Procedure	<input type="checkbox"/> <u>Uji pengkualifikasian</u> Qualifying test	<input type="checkbox"/> <u>Berkualifikasi</u> Qualified	<input type="checkbox"/> <u>Juru las</u> Welder	<input type="checkbox"/> <u>Test saluran</u> Line test	<input type="checkbox"/> <u>Diskualifikasi</u> Disqualified																																																																																																										
<input type="checkbox"/> <u>Prosedur</u> Procedure	<input type="checkbox"/> <u>Uji pengkualifikasian</u> Qualifying test	<input type="checkbox"/> <u>Berkualifikasi</u> Qualified																																																																																																																					
<input type="checkbox"/> <u>Juru las</u> Welder	<input type="checkbox"/> <u>Test saluran</u> Line test	<input type="checkbox"/> <u>Diskualifikasi</u> Disqualified																																																																																																																					

Gambar 2 Contoh form laporan uji kupon - *Sample coupon test report form*

<u>Kuat tarik maksimum</u> Maximum tensile	<u>Kuat tarik minimum</u> Minimum tensile	<u>Kuat tarik rata-rata</u> Average tensile
<u>Keterangan tes kuat tarik</u> _____ Remarks on tensile-strength tests		
1. _____		
2. _____		
3. _____		
4. _____		
<u>Keterangan tes lengkung</u> _____ Remarks on bend test		
1. _____		
2. _____		
3. _____		
4. _____		
<u>Keterangan tes nick brea</u> _____ Remarks on nick-break tests		
1. _____		
2. _____		
3. _____		
4. _____		
<u>Tes dibuat di</u> Test made at	<u>Tanggal</u> Date	
<u>Dites oleh</u> Tested by	<u>Diawasi oleh</u> Supervised by	

Gambar 2 Lanjutan - *Continued***5.4 Variabel essential****5.4.1 Umum**

Bila salah satu dari variabel esensial yang tercantum pada **5.4.2** berubah, maka prosedur las harus dibuat/disusun ulang sebagai spesifikasi prosedur baru dan dikualifikasi ulang seluruhnya. Perubahan-perubahan selain dari yang dinyatakan pada butir **5.4.2** di bawah boleh dibuat dalam prosedur tanpa memerlukan kualifikasi ulang, asalkan spesifikasi prosedur direvisi untuk menunjukkan perubahan-perubahan tersebut.

5.4.2 Perubahan yang memerlukan kualifikasi ulang**5.4.2.1 Proses las atau metode aplikasi****5.4 Essential Variables****5.4.1 General**

A welding procedure must be re-established as a new procedure specification and must be completely requalified when any of the essential variables listed in **5.4.2** are changed. Changes other than those given in **5.4.2** may be made in the procedure without the need for requalification, provided the procedure specification is revised to show the changes.

5.4.2 Changes Requiring Requalification**5.4.2.1 Welding Process or Method of Application**

Perubahan dari proses las atau metode aplikasi yang telah ditetapkan dalam spesifikasi prosedur (lihat 5.3.2.1) adalah merupakan variabel esensial.

5.4.2.2 Material dasar

Perubahan pada material dasar adalah merupakan variabel esensial. Untuk standar ini, semua baja karbon harus dikelompokkan sebagai berikut:

- Kuat-ulur minimum dispesifikasikan kurang dari atau sama dengan 42.000 psi (290 MPa).
- Kuat-ulur minimum dispesifikasikan lebih dari 42.000 Psi (289,58mpa) tetapi kurang dari 65.000 Psi (448,16mpa).
- Untuk baja karbon yang dispesifikasikan dengan kuat-ulur minimum sama dengan atau lebih besar dari 65.000 psi (448 MPa), setiap grade harus memperoleh tes kualifikasi terpisah.

CATATAN Pengelompokan yang dispesifikasikan pada 5.4.2.2 di atas harus tidak diartikan bahwa semua material dasar atau logam pengisi dari analisis yang berbeda di dalam satu grup boleh disubsitusi secara sembarang dengan material yang telah digunakan pada tes kualifikasi tanpa mempertimbangkan kesesuaian (*compatible*) dari material dasar dan logam pengisi dipandang dari sifat-sifat metalurgis dan mekanis serta persyaratan untuk perlakuan prapanas dan pascapanas.

5.4.2.3 Desain sambungan

Perubahan besar pada desain sambungan (misalnya dari galur-V ke galur-U) adalah merupakan variabel esensial. Perubahan kecil dalam sudut bevel atau muka akar (*land*) dari galur pengelasan bukan merupakan variabel esensial.

5.4.2.4 Posisi

Perubahan dari posisi putar ke posisi tetap, atau sebaliknya adalah merupakan variabel esensial.

5.4.2.5 Tebal dinding

Perubahan dari satu grup tebal dinding ke grup

A change from the welding process or method of application established in the procedure specification (see 5.3.2.1) constitutes an essential variable.

5.4.2.2 Base Material

A change in base material constitutes an essential variable. When welding materials of two separate material groups, the procedure for the higher strength group shall be used. For the purposes of this standard, all materials shall be grouped as follows:

- Specified minimum yield strength less than or equal to 42,000 psi (290 MPa).
- Specified minimum yield strength greater than 42,000 psi (290 MPa) but less than 65,000 psi (448 MPa).
- For materials with a specified minimum yield strength greater than or equal to 65,000 psi (448 MPa), each grade shall receive a separate qualification test.

Note: The groupings specified in 5.4.2.2 do not imply that base materials or filler metals of different analyses within a group may be indiscriminately substituted for a material that was used in the qualification test without consideration of the compatibility of the base materials and filler metals from the standpoint of metallurgical and mechanical properties and requirements for pre- and post-heat treatment.

5.4.2.3 Joint Design

A major change in joint design (for example, from V groove to U groove) constitutes an essential variable. Minor changes in the angle of bevel or the land of the welding groove are not essential variables.

5.4.2.4 Position

A change in position from roll to fixed, or vice versa, constitutes an essential variable.

5.4.2.5 Wall Thickness

A change from one wall thickness group to

lainnya adalah merupakan variabel esensial

5.4.2.6 Logam pengisi

Perubahan pada logam pengisi seperti berikut adalah merupakan variabel esensial

- a) Perubahan dari satu grup logam pengisi ke grup lainnya (lihat Tabel 1).
- b) Untuk material pipa dengan kuat ulur minimum spesifikasi lebih besar atau sama dengan 60.000 Psi (448,16MPa), perubahan pada klasifikasi AWS dari logam pengisi (lihat 5.4.2.2).

Perubahan pada logam pengisi di dalam grup material boleh dilakukan dalam grup material yang dispesifikasikan pada 5.4.2.2. Kesesuaian dari material dasar dan logam pengisi hendaknya dipertimbangkan dari segi sifat mekanis.

5.4.2.7 Karakteristik elektrik

Perubahan dari elektorde positif DC ke elektorde negatif DC atau sebaliknya atau perubahan dari arus DC ke AC atau sebaliknya merupakan variabel esensial.

5.4.2.8 Waktu antara pass

Kenaikan dalam waktu maksimum antara selesainya *root bead* dan *start* dari *bead* kedua adalah merupakan variabel esensial.

5.4.2.9 Arah pengelasan

Perubahan pada arah pengelasan dari vertikal turun ke vertikal naik atau sebaliknya adalah merupakan variabel esensial.

5.4.2.10 Gas pelindung dan laju aliran

Perubahan dari satu gas pelindung ke gas lainnya atau dari satu campuran gas ke campuran gas lain adalah merupakan variabel esensial. Kenaikan atau penurunan yang besar dari rentang laju aliran gas pelindung juga merupakan variabel esensial.

another constitutes an essential variable.

5.4.2.6 Filler Metal

The following changes in filler metal constitute essential variables:

- a. A change from one filler-metal group to another (see Table 1).
- b. For pipe materials with a specified minimum yield strength greater than or equal to 65,000 psi (448 MPa), a change in the AWS classification of the filler metal (see 5.4.2.2).

Changes in filler metal within filler metal groups may be made within the material groups specified in 5.4.2.2. The compatibility of the base material and the filler metal should be considered from the standpoint of mechanical properties.

5.4.2.7 Electrical Characteristics

A change from DC electrode positive to DC electrode negative or vice versa or a change in current from DC to AC or vice versa constitutes an essential variable.

5.4.2.8 Time between Passes

An increase in the maximum time between completion of the root bead and the start of the second bead constitutes an essential variable.

5.4.2.9 Direction of Welding

A change in the direction of welding from vertical downhill to vertical uphill, or vice versa, constitutes an essential variable.

5.4.2.10 Shielding Gas and Flow Rate

A change from one shielding gas to another or from one mixture of gases to another constitutes an essential variable. A major increase or decrease in the range of flow rates for the shielding gas also constitutes an essential variable.

5.4.2.11 Fluks pelindung

Acu ke Tabel 1, Catatan a, untuk perubahan-perubahan *fluks* pelindung yang merupakan variabel esensial.

5.4.2.12 Kecepatan pengelasan

Perubahan pada rentang untuk kecepatan pengelasan adalah merupakan variabel esensial.

5.4.2.13 Pemanasan Awal

Mengurangi temperature minimum pemanasan awal secara spesifik merupakan sebuah variabel penting.

5.4.2.14 Perlakuan Panas Setelah Pengelasan (PWHT)

Tambahan PWHT atau suatu perubahan spesifik terhadap rentang atau nilai-nilai dalam tiap prosedur merupakan sebuah variabel penting.

5.5 Pengelasan sambungan tes- lasan butt

Dalam mengelas sambungan tes untuk lasan butt, dua nipple pipa harus disambung, mengikuti semua detail spesifikasi prosedur.

5.6 Pengetesan sambungan lasan butt**5.6.1 Penyiapan**

Untuk mengetes sambungan *butt-welded*, spesimen tes harus dipotong dari sambungan pada lokasi yang ditunjukkan dalam Gbr. 3. (Lihat Bab X untuk persyaratan pengetesan las *flash*). Jumlah minimum dari spesimen dan tes yang harus dilakukan pada spesimen tersebut ditunjukkan dalam Tabel 2. Spesimen harus disiapkan seperti yang ditunjukkan dalam Gbr. 4, 5, 6 dan 7. Untuk pipa dengan diameter di bawah 2 3/8 in (60,3 mm), harus dibuat dua lasan tes untuk memenuhi jumlah spesimen tes yang diperlukan. Spesimen harus didinginkan udara sampai suhu ambien sebelum dites. Untuk pipa yang diameternya sama dengan atau kurang dari 1 5/16 in (1,315 mm), satu spesimen utuh (*full - section*) boleh menggantikan empat spesimen *reduced section* *nick break* dan lengkung akar. Spesimen utuh harus dites sesuai dengan 5.6.2.2 dan harus

5.4.2.11 Shielding Flux

Refer to Table 1, Footnote a, for changes in shielding flux that constitute essential variables.

5.4.2.12 Speed of Travel

A change in the range for speed of travel constitutes an essential variable.

5.4.2.13 Pre-heat

A decrease in the specified minimum pre-heat temperature constitutes an essential variable.

5.4.2.14 Post-weld Heat Treatment (PWHT)

The addition of PWHT or a change from the ranges or values specified in the procedure shall each constitute an essential variable.

5.5 Welding of Test Joints-Butt Welds

To weld the test joint for butt welds, two pipe nipples shall be joined, following all the details of the procedure specification.

5.6 Testing of Welded Joints-Butt Welds**5.6.1 Preparation**

To test the butt-welded joint, test specimens shall be cut from the joint at the locations shown in Figure 3. (See Section 13 for testing requirements for the flash welding procedure.) The minimum number of test specimens and the tests to which they shall be subjected are given in Table 2. The specimens shall be prepared as shown in Figure 4, 5, 6, or 7. For pipe less than 2.375 in. (60.3 mm) in outside diameter, two test welds shall be performed to obtain the required number of test specimens. The specimens shall be air cooled to ambient temperature prior to being tested. For pipe less than or equal to 1.315 in. (33.4 mm) in outside diameter, one fullsection specimen may be substituted for the four reduced-section Nick-break and root-bend specimens. The

memenuhi persyaratan pada 5.6.2.3.

full-section specimen shall be tested in accordance with 5.6.2.2 and shall meet the requirements of 5.6.2.3.

Tabel 1 Grup logam pengisi - *Filler metal groups*

Group	Spesifikasi AWS AWS Specification	Elektrode Electrode	Fluks ^c Flux ^c
1	A5.1 A5.5	E6010,E6011 E7010,E7011	
2	A5.5	E8010,E8011	
3	A5.1 or A5.5 A5.5	E7015,E7016,E7018 E8015,E8016,E8018	
4 ^a	A5.17	EL8 EL8K EL12 EM5K EM12K Em I 3K EM15K	P6XZ F6XO F6X2 F7XZ F7XO F7X2
5 ^b	A5.18	ER70S-2	
6 ^b	A5.18	ER70S-6	
7 ^b	A5.28	ER80S-D2	
8	A5.2	RG60, RG65	
9	A5.20	*E61T-GS *E71T-GS	
10	A5.29	E71T8-K6	
11	A5.29	E91T8-G	

CATATAN Elektrode, logam pengisi dan fluks lainnya boleh digunakan tetapi memerlukan kualifikasi prosedur yang terpisah.

^a Sembarang kombinasi fluks dan elektrode dalam Grup 4 boleh digunakan untuk mengkualifikasi prosedur. Kombinasi tersebut harus diidentifikasi oleh nomor klasifikasi AWS yang lengkap, misalnya F7AO-EL12 atau F62-EM12K. Hanya substitusi yang menghasilkan nomor klasifikasi AWS yang sama diizinkan tanpa kualifikasi ulang.

^b Gas pelindung (lihat par. 2.41) harus digunakan dengan elektrode dalam grup 5, 6 dan 7.

^c Dalam penunjukan fluks, X dapat jadi A atau P untuk *As Welded* atau *Post Weld Heat Treated*.

*Hanya untuk pengelasan root pass.

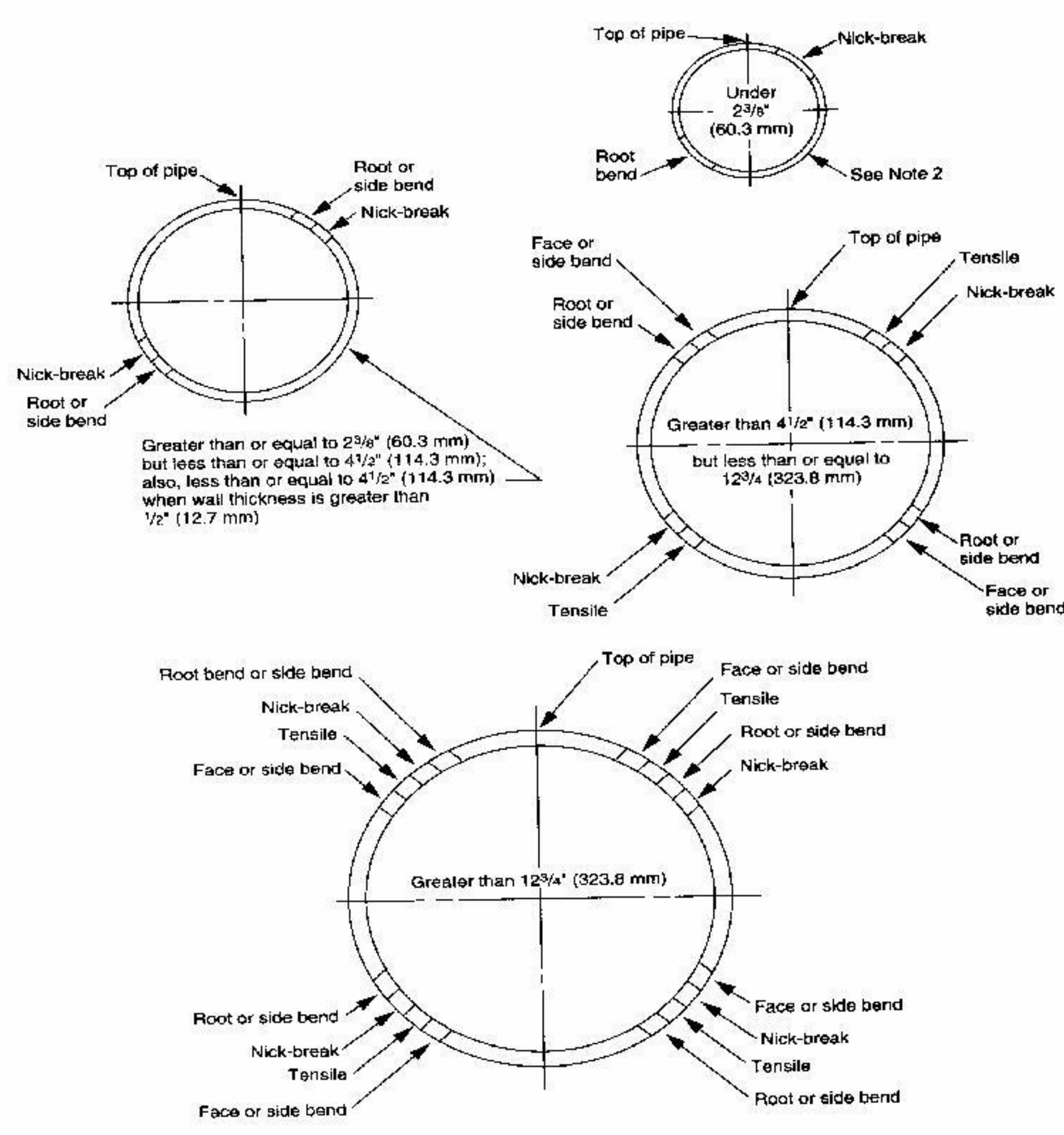
NOTE Other electrodes, filler metals, and fluxes may be used but require separate procedure qualification.

^a Any combination of flux and electrode in Group 4 may be used to qualify a procedure. The combination shall be identified by its complete AWS classification number, such as F7AO-EL12 or F6A2-EM12K. Only substitutions that result in the same AWS classification number are permitted without requalification.

^b A shielding gas (see 2.41) shall be used with the electrodes in Groups 5, 6, and 7.

^c In the flux designation, the X can be either an A or P for *As Welded* or *Post Weld Heat Treated*.

*For root pass welding only.



Gambar 3 Lokasi spesimen tes - lasan butt untuk kualifikasi prosedur
Location of test specimens for procedure qualification: test butt weld

CATATAN

- 1) Atas kehendak perusahaan, lokasi boleh ditukar, asalkan lokasi itu berjarak sama sekeliling pipa; sebagaimana-pun, spesimen harus tidak mencakup lasan longitudinal.
- 2) Satu spesimen tes kuat tarik potongan pipa utuh boleh digunakan untuk pipa berdiameter lebih kecil atau sama dengan $1 \frac{5}{16}$ inci (33,4 mm).

NOTES

- 1) At the company's option, the locations may be rotated, provided they are equally spaced around the pipe; however, specimens shall not include the longitudinal weld.
- 2) One full-section tensile specimen may be used for pipe with a diameter less than or equal to $1 \frac{5}{16}$ inch (33.4 millimeters).

Tabel 2 Tipe dan jumlah spesimen tes untuk tes kualifikasi prosedur
Type and number of test specimens for procedure qualification test

Diameter luar pipa <i>Outside diameter of pipe</i>		Kuat tarik <i>Tensile strength</i>	<i>Nick-Break</i>	Jumlah spesimen <i>Number of specimens</i>			<i>Total</i>
<i>Inches</i>	<i>Millimeters</i>			Lengkung akar <i>Root Bend</i>	Lengkung muka <i>Face Bend</i>	Lengkung sisi <i>Side bend</i>	
Tebal dinding $\leq \frac{1}{2}$ In (12,7 Milimeter) Wall thickness $\leq \frac{1}{2}$ Inch (12.7 Millimeters)							
$< 2\frac{3}{8}$	< 60.3	0 ^b	2	2	0	0	4 ^a
$2\frac{3}{8} - 4\frac{1}{2}$	60.3-114.3	0 ^b	2	2	0	0	4
$> 4\frac{1}{2} - 12\frac{3}{4}$	$> 114.3-323.8$	2	2	2	2	0	8
$> 12\frac{3}{4}$	> 323.8	4	4	4	4	0	16
Tebal dinding $> \frac{1}{2}$ In (12,7 Milimeter) Wall thickness $> \frac{1}{2}$ Inch (12.7 Millimeters)							
$\leq 4\frac{1}{2}$	≤ 114.3	0 ^b	2	0	0	2	4
$> 4\frac{1}{2} - 12\frac{3}{4}$	$> 114.3 - 323.8$	2	2	0	0	2	4
$> 12\frac{3}{4}$	> 323.8	4	4	0	0	8	16

^a Satu spesimen *nick-break* dan satu spesimen lengkung-akar harus diambil dari setiap dua lasan-tes, atau untuk pipa dengan diameter lebih kecil atau sama dengan $1\frac{5}{16}$ in (33,4 mm), satu spesimen kuat-tarik pipa utuh (*full-section*) harus diambil.

^b Untuk material dengan kuat-ulur minimum spesifikasi lebih dari 42 kips per inci persegi (kpi), minimum satu tes tarik diperlukan.

^a One nick-break and one root-bend specimen shall be taken from each of two test welds, or for pipe less than or equal to $1\frac{5}{16}$ inches (33.4 millimeters) in diameter, one full-section tensile-strength specimen shall be taken.

^b For materials with specified minimum yield strengths more than 42 kips per square inch (ksi), a minimum of one tensile test shall be required.

5.6.2 Tes kuat-tarik

5.6.2.1 Penyiapan

Spesimen tes kuat tarik (lihat Gbr. 4) harus mempunyai panjang kurang lebih 9 in (230 mm) dan lebar kurang lebih 1 in (25 mm).

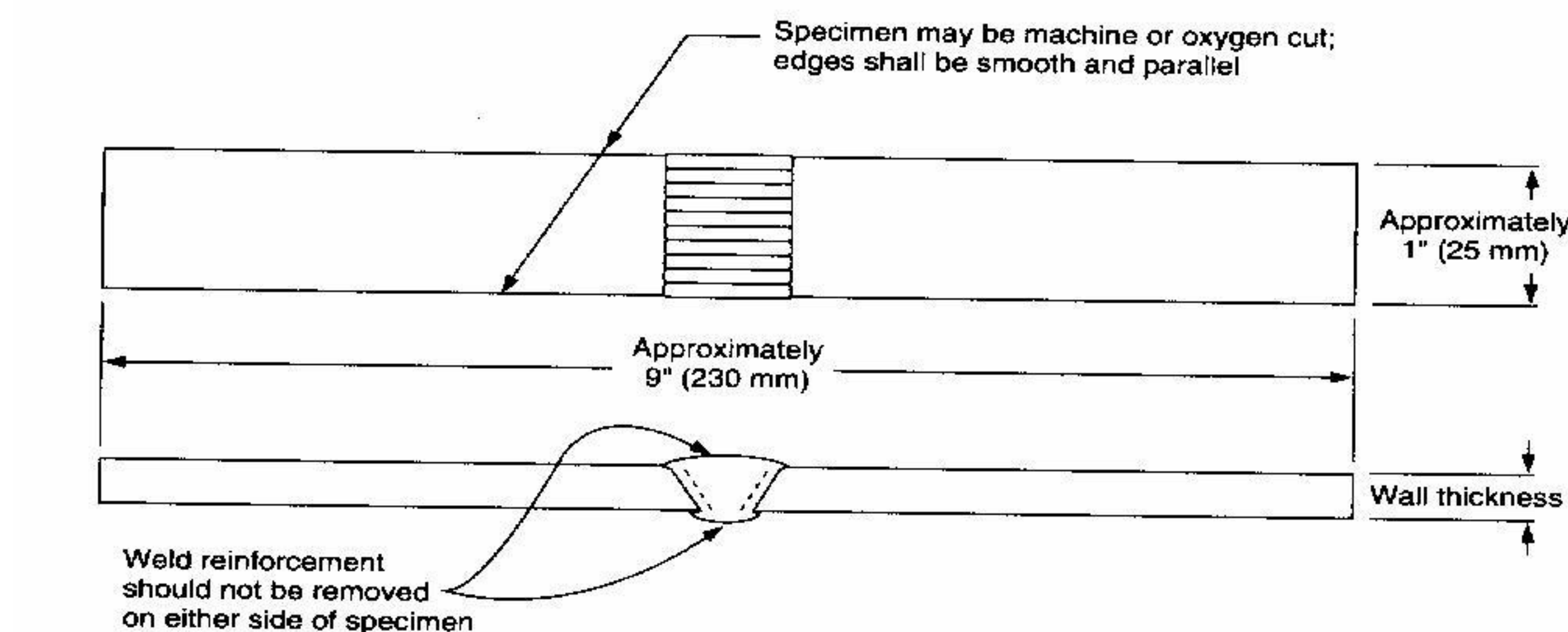
Spesimen boleh dipotong mesin atau dipotong oksigen dan penyiapan lainnya tidak diperlu kan kecuali jika sisi-sisinya bertakik atau tidak sejajar. Ika diperlukan, spesimen harus dimesin sehingga sisi-sisinya halus dan sejajar.

5.6.2 Tensile-strength Test

5.6.2.1 Preparation

The tensile-strength test specimens (see Figure 4) shall be approximately 9 in. (230 mm) long and approximately 1 in. (25 mm) wide.

They may be machine cut or oxygen cut, and no other preparation is needed unless the sides are notched or are not parallel. If necessary, the specimens shall be machined so that the sides are smooth and parallel.



Gambar 4 Spesimen tes kuat tarik
Tensile strength test specimen

5.6.2.2 Metode

Spesimen tes kuat tarik harus putus dibawah beban tarik, menggunakan peralatan yang dapat mengukur besarnya beban pada waktu putus. Kuat tarik harus dihitung dengan membagi beban maksimum pada saat putus dengan penampang spesimen terkecil, yang diukur sebelum pembebanan.

5.6.2.3 Persyaratan

Kuat tarik lasan, termasuk zona fusi dari tiap-tiap spesimen, harus sama dengan atau lebih besar dari kuat tarik minimum-spesifikasi material pipa, tetapi tidak perlu sama dengan atau lebih besar dari kuat tarik aktual material pipa. Jika spesimen putus di luar lasan dan zona fusi (putusnya, pada material pipa) dan memenuhi persyaratan kuat tarik minimum dari spesifikasi, maka lasan harus diterima sebagai lasan yang memenuhi persyaratan.

Jika spesimen putus pada lasan atau zona fusi dan kuat tarik yang diobservasi adalah sama dengan atau lebih besar dari kuat tarik minimum spesifikasi material pipa dan memenuhi persyaratan kelulusan 5.6.3.3, maka lasan harus diterima sebagai telah memenuhi persyaratan. Jika spesimen putus di bawah kuat tarik minimum spesifikasi dari material pipa, maka lasan harus ditolak dan dibuat lasan tes baru.

5.6.2.2 Method

The tensile-strength test specimens shall be broken under tensile load using equipment capable of measuring the load at which failure occurs. The tensile strength shall be computed by dividing the maximum load at failure by the smallest cross-sectional area of the specimen, as measured before the load is applied.

5.6.2.3 Requirements

The tensile strength of the weld, including the fusion zone of each specimen, shall be greater than or equal to the specified minimum tensile strength of the pipe material but need not be greater than or equal to the actual tensile strength of the material. If the specimen breaks outside the weld and fusion zone (that is, in the parent pipe material) and meets the minimum tensile-strength requirements of the specification, the weld shall be accepted as meeting the requirements.

If the specimen breaks in the weld or fusion zone and the observed strength is greater than or equal to the specified minimum tensile strength of the pipe material and meets the soundness requirements of 5.6.3.3, the weld shall be accepted as meeting the requirements. If the specimen breaks below the specified minimum tensile strength of the pipe material, the weld shall be set aside and a new test weld shall be made.

5.6.3 Tes *nick-break*

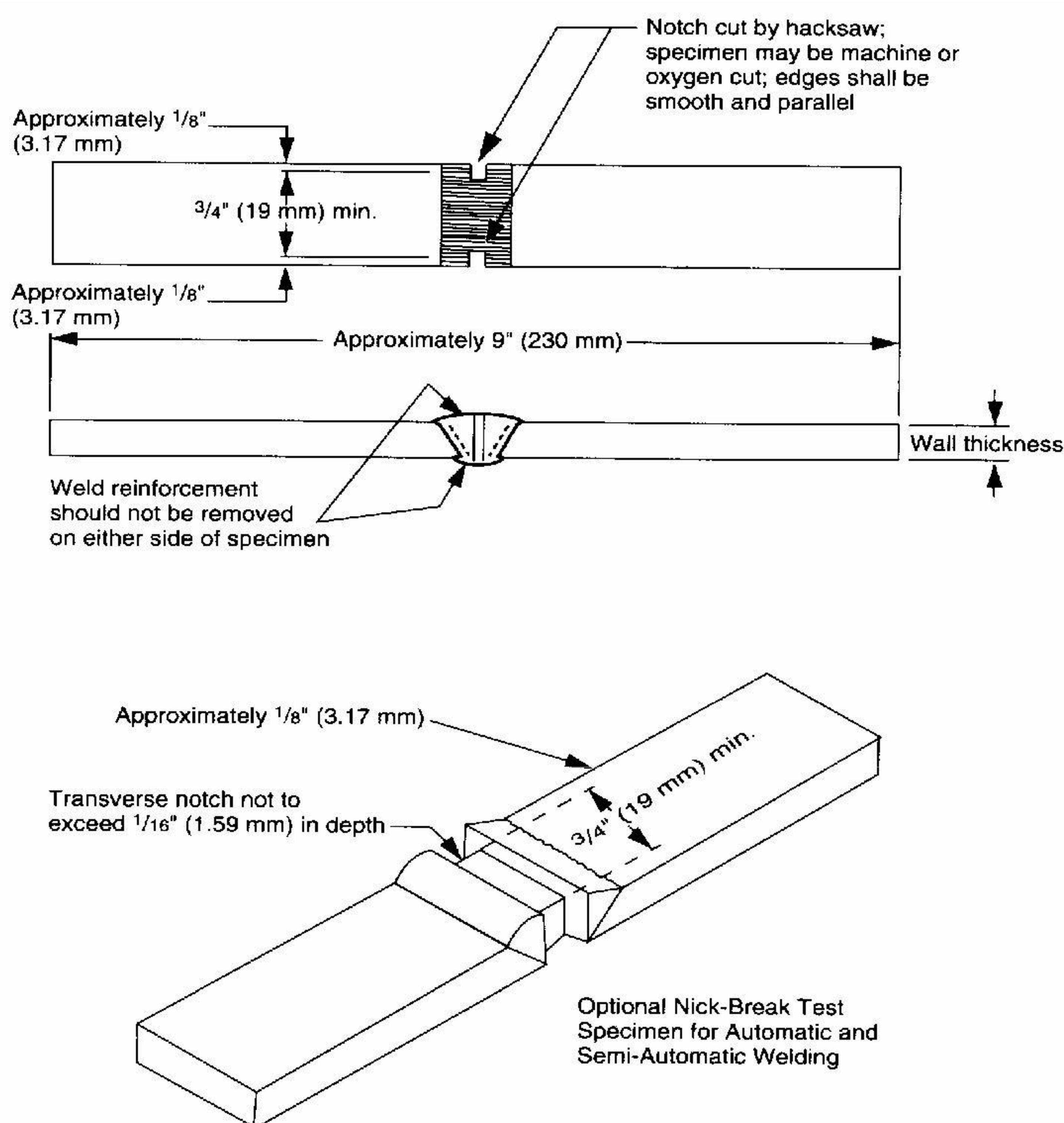
5.6.3.1 Penyiapan

Spesimen tes *nick-break* (lihat Gbr.5) harus mempunyai panjang kurang lebih 9 in (230 mm) dan lebar kurang lebih 1 in (25 mm), dan boleh dipotong mesin atau dipotong oksigen. Spesimen tersebut harus ditakik dengan gergaji pada setiap sisi di tengah lasan, dan setiap takik kedalamannya harus $\frac{1}{8}$ in (3,17 mm).

5.6.3 Nick-break Test

5.6.3.1 Preparation

The Nick-break test specimens (see Figure 5) shall be approximately 9 in. (230 mm) long and approximately 1 in. (25 mm) wide and may be machine cut or oxygen cut. They shall be notched with a hacksaw on each side at the center of the weld, and each notch shall be approximately $\frac{1}{8}$ in. (3 mm) deep.



Gambar 5 Spesimen tes *nick-break* - Nick-break test specimen

Spesimen *nick - break* yang disiapkan dengan cara ini berasal dari lasan yang dibuat dengan mekanis tertentu dan proses semiotomatis boleh patah pada pipanya ketimbang patah pada lasannya. Bila dari

Nick-break specimens prepared in this manner from welds made with certain mechanized and semiautomatic processes may fail through the pipe instead of the weld. When previous testing experience

pengalaman pengetesan sebelumnya menunjukkan bahwa terjadinya patah dapat diperkirakan pada pipanya, tonjolan-lasan bagian luar boleh ditakik sampai kedalaman tidak melebihi 1/16 in (1,6 mm), diukur dari permukaan lasan .

Untuk pilihan-perusahaan, spesimen *nick-break* untuk kualifikasi dari prosedur yang menggunakan proses las semiotomatis atau mekanis boleh *dietsa-makro* sebelum di-*nick*.

5.6.3.2 Metode

Spesimen tes *nick-break* harus ditarik sampai patah dengan mesin tarik, dengan menjepit kedua ujungnya dan memukul bagian tengahnya, atau dengan menjepit salah satu ujungnya dan memukul ujung lainnya dengan palu. Lebar daerah bidang patahan, sedikitnya harus 3/4 in (19mm).

5.6.3.3 Persyaratan

Permukaan bidang patahan dari setiap spesimen *nick - break* harus menunjukkan penetrasi dan fusi yang sempurna. Dimensi terbesar dari setiap kantong gas harus tidak lebih dari 1/16 in (1,6 mm), dan jumlah area dari semua kantong gas harus tidak lebih dari 2% dari daerah permukaan bidang patahan. Kedalaman dari Inklusi terak harus tidak lebih dari 1/32 in (0,8 mm) dan panjangnya harus tidak lebih dari 1/8 in (3mm) atau setengah dari tebal nominal dinding, mana yang lebih kecil. Sekurang-kurangnya harus terdapat 1/2 in (13mm) lasan yang tanpa cacat diantara inklusi-inklusi terak yang berdekatan. Dimensi harus diukur seperti ditunjukkan dalam Gambar 8. "Fisheyes" seperti telah dijelaskan dalam AWS A.3.0, tidak menyebabkan penolakan.

5.6.4 Tes lengkung akar dan muka

5.6.4.1 Penyiapan

Spesimen tes lengkung-akar-lasan dan lengkung-muka-lasan (lihat Gbr.6) harus mempunyai panjang kurang lebih 9 in (230 mm) dan lebar kurang lebih 1 in (25 mm), dan tepi yang memanjang harus dibulatkan. Spesimen tersebut boleh dipotong dengan mesin atau oksigen. Tonjolan dari cover

indicates that failures through the pipe can be expected, the external reinforcement may be notched to a depth of not more than 1/16 in. (1.6 mm), measured from the original weld surface.

At the company's option, Nick-break specimens for qualification of a procedure using a semiautomatic or mechanized welding process may be macro-etched prior to being nicked.

5.6.3.2 Method

The Nick-break specimens shall be broken by pulling in a tensile machine, by supporting the ends and striking the center, or by supporting one end and striking the other end with a hammer. The exposed area of the fracture shall be at least 3/4 in. (19 mm) wide.

5.6.3.3 Requirements

The exposed surfaces of each Nick-break specimen shall show complete penetration and fusion. The greatest dimension of any gas pocket shall not exceed 1/16 in. (1.6 mm), and the combined area of all gas pockets shall not exceed 2% of the exposed surface area. Slag inclusions shall not be more than 1/32 in. (0.8 mm) in depth and shall not be more than 1/8 in. (3 mm) or one-half the nominal wall thickness in length, whichever is smaller. There shall be at least 1/2 in. (13 mm) separation between adjacent slag inclusions. The dimensions should be measured as shown in Figure 8. Fisheyes, as defined in AWS A3.0, are not cause for rejection.

5.6.4 Root- and Face-bend Test

5.6.4.1 Preparation

The root- and face-bend test specimens (see Figure 6) shall be approximately 9 in. (230 mm) long and approximately 1 in. (25 mm) wide, and their long edges shall be rounded. They may be machine cut or oxygen cut. The cover and root-bead reinforcements shall be removed flush with

bead dan *root bead* harus dihilangkan/digerinda sampai rata dengan permukaan spesimen. Permukaan ini harus halus, dan goresan yang tampak harus tidak dalam dan melintang terhadap lasan.

5.6.4.2 Metode

Spesimen lengkung-akar-lasan dan lengkung-muka-lasan harus dibengkokkan pada *guided bend test jig* seperti ditunjukkan pada Gbr. 9. Setiap spesimen harus diletakkan pada *die* dengan lasan berada ditengah penumpu. Spesimen lengkung-muka-lasan harus ditempatkan dengan muka lasan menghadap celah penumpu dan spesimen lengkung-akar harus ditempatkan dengan akar lasan menghadap celah penumpu. Alat penekan harus ditekan ke dalam celah hingga lengkungan spesimen menyerupai bentuk-U.

5.6.4.3 Persyaratan

Tes lengkung harus dianggap berterima jika pada lasan atau antara lasan dan zona fusi, setelah pelengkungan, tidak terdapat retakan atau cacat lain melebihi 1/8 in (3 mm) atau setengah dari tebal nominal dinding ke segala arah, dipilih yang lebih kecil. Retak yang bermula pada radius terluar dari lengkungan sepanjang pinggiran spesimen selama pengetesan dan retak tersebut kurang dari 1/4 in (6 mm), diukur ke segala arah, harus tidak dipertimbangkan, kecuali setelah diobservasi retak tersebut adalah cacat lasan. Setiap spesimen yang dites lengkung harus memenuhi persyaratan ini.

5.6.5 Tes lengkung-sisi

5.6.5.1 Penyiapan

Spesimen lengkung-sisi (lihat Gbr. 7) harus mempunyai panjang kurang lebih 9 in (230 mm) dan lebar kurang lebih 1/2 in (12,7 mm), dan pinggiran sisi panjangnya harus dibulatkan. Spesimen tersebut harus dipotong mesin atau dipotong oksigen sampai lebarnya kurang lebih 3/4 in (19 mm) dan selanjutnya dimesin atau digerinda sampai lebar 1/2 in (13 mm). Sisi-sisinya harus halus/rata dan seia ar. Tonjolan *cover*

the surfaces of the specimen. These surfaces shall be smooth, and any scratches that exist shall be light and transverse to the weld.

5.6.4.2 Method

The root- and face-bend specimens shall be bent in a guided-bend test jig similar to that shown in Figure 9. Each specimen shall be placed on the die with the weld at mid span. Face-bend specimens shall be placed with the face of the weld toward the gap, and root-bend specimens shall be placed with the root of the weld toward the gap. The plunger shall be forced into the gap until the curvature of the specimen is approximately U-shaped.

5.6.4.3 Requirements

The bend test shall be considered acceptable if no crack or other imperfection exceeding 1/8 in. (3 mm) or one-half the nominal wall thickness, whichever is smaller, in any direction is present in the weld or between the weld and the fusion zone after bending. Cracks that originate on the outer radius of the bend along the edges of the specimen during testing and that are less than 1/4 in. (6 mm), measured in any direction, shall not be considered unless obvious imperfections are observed. Each specimen subjected to the bend test shall meet these requirements.

5.6.5 Side-bend Test

5.6.5.1 Preparation

The side-bend test specimens (see Figure 7) shall be approximately 9 in. (230 mm) long and approximately 1/2 in. (13 mm) wide, and their long edges shall be rounded. They shall be machine cut, or they may be oxygen cut to approximately a 3/4 in. (19 mm) width and then machined or ground to the 1/2 in. (13 mm) width. The sides shall be smooth and parallel. The *cover* and root-bead reinforcements shall

bead dan *root bead* harus dihilangkan/digerinda sampai rata dengan permukaan spesimen.

5.6.5.2 Metode

Spesimen lengkung-sisi harus dilengkung pada *guided bend test jig* serupa dengan yang ditunjukkan pada Gbr. 9. Setiap spesimen harus diletakan pada 9 *die* dengan lasan berada di tengah-tengah penumpu (*mid span*) dan dengan muka lasan tegak lurus terhadap celah penumpu. Plunyer harus ditekan ke dalam celah penumpu sampai kurvatur spesimen menyerupai bentuk-U.

5.6.5.3 Persyaratan

Setiap spesimen lengkung-sisi harus memenuhi persyaratan tes lengkung-muka dan lengkung-akar, yang dispesifikasikan pada 5.6.4.3.

5.7 Pengelasan sambungan tes-lasan filet

Dalam mengelas sambungan tes untuk lasan filet, lasan filet harus dibuat sesuai dengan salah satu konfigurasi yang ditunjukkan pada Gbr. 10, mengikuti semua detail dari spesifikasi prosedur.

5.8 Pengetesan berlas-lasan filet

5.8.1 Penyiapan

Untuk menguji sambungan las filet, spesimen tes harus dipotong dari sambungan pada lokasi seperti ditunjukkan pada Gbr. 10. Sedikitnya empat specimen harus diambil dan disiapkan seperti ditunjukkan pada Gbr. 11. Spesimen boleh dipotong dengan mesin atau oksigen. Panjang spesimen cukup, dengan lebar sedikitnya 1 in. (25 mm) sehingga dapat dipatahkan pada lasannya. Untuk pipa dengan diameter kurang dari 2.375 in. (60,3 mm), diperlukan dua lasan untuk uji guna mendapatkan jumlah spesimen uji yang diperlukan. Sebelum pengujian, spesimen harus didinginkan di udara sampai suhu ambien

be removed flush with the surfaces of the specimen.

5.6.5.2 Method

The side-bend specimens shall be bent in a guided-bend test jig similar to that shown in Figure 9. Each specimen shall be placed on the die with the weld at mid span and with the face of the weld perpendicular to the gap. The plunger shall be forced into the gap until the curvature of the specimen is approximately U-shaped.

5.6.5.3 Requirements

Each side-bend specimen shall meet the root- and facebend test requirements specified in 5.6.4.3.

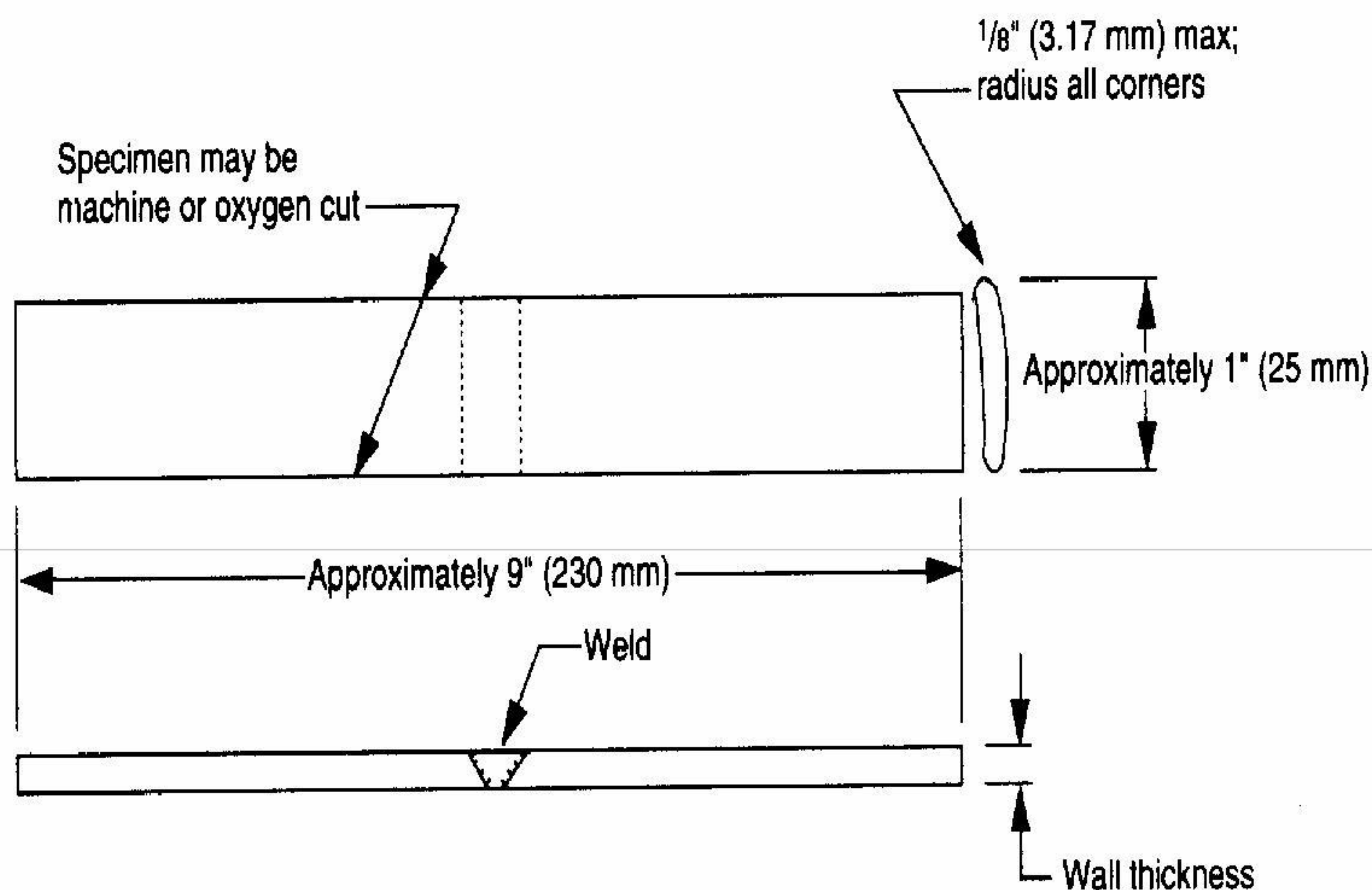
5.7 Welding of Test Joints-Fillet Welds

To weld the test joint for a fillet weld, a fillet weld shall be made to one of the configurations shown in Figure 10, following all the details of the procedure specification.

5.8 Testing of Welded Joints-Fillet Welds

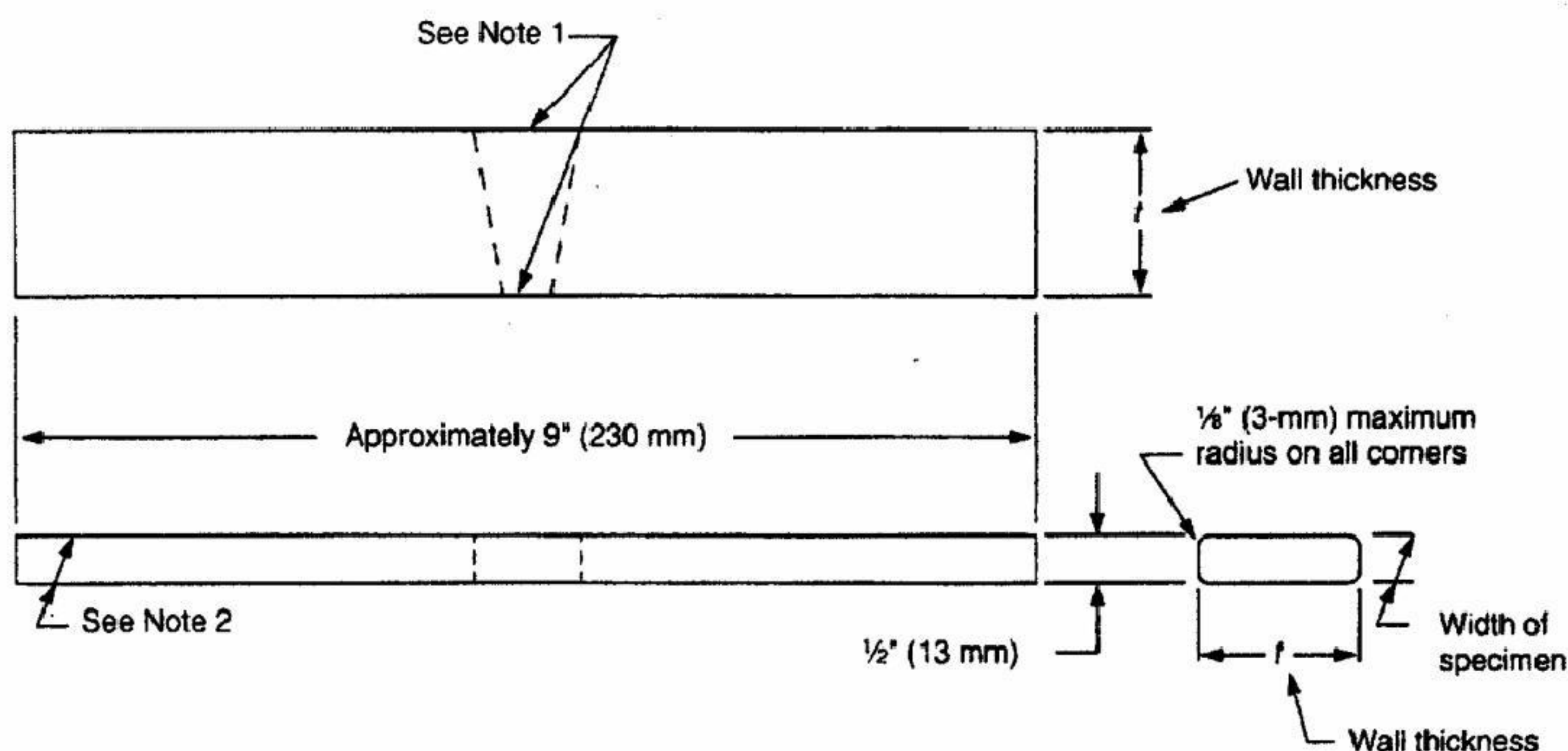
5.8.1 Preparation

To test the fillet-welded joint, test specimens shall be cut from the joint at the locations shown in Figure 10. At least four specimens shall be taken and prepared as shown in Figure 11. The specimens may be machine cut or oxygen cut. They should be at least 1 in. (25 mm) wide and long enough so that they can be broken in the weld. For pipes less than 2.375 in. (60.3 mm) in outside diameter, it may be necessary to make two test welds to obtain the required number of test specimens. The specimens shall be air cooled to ambient temperature prior to testing.

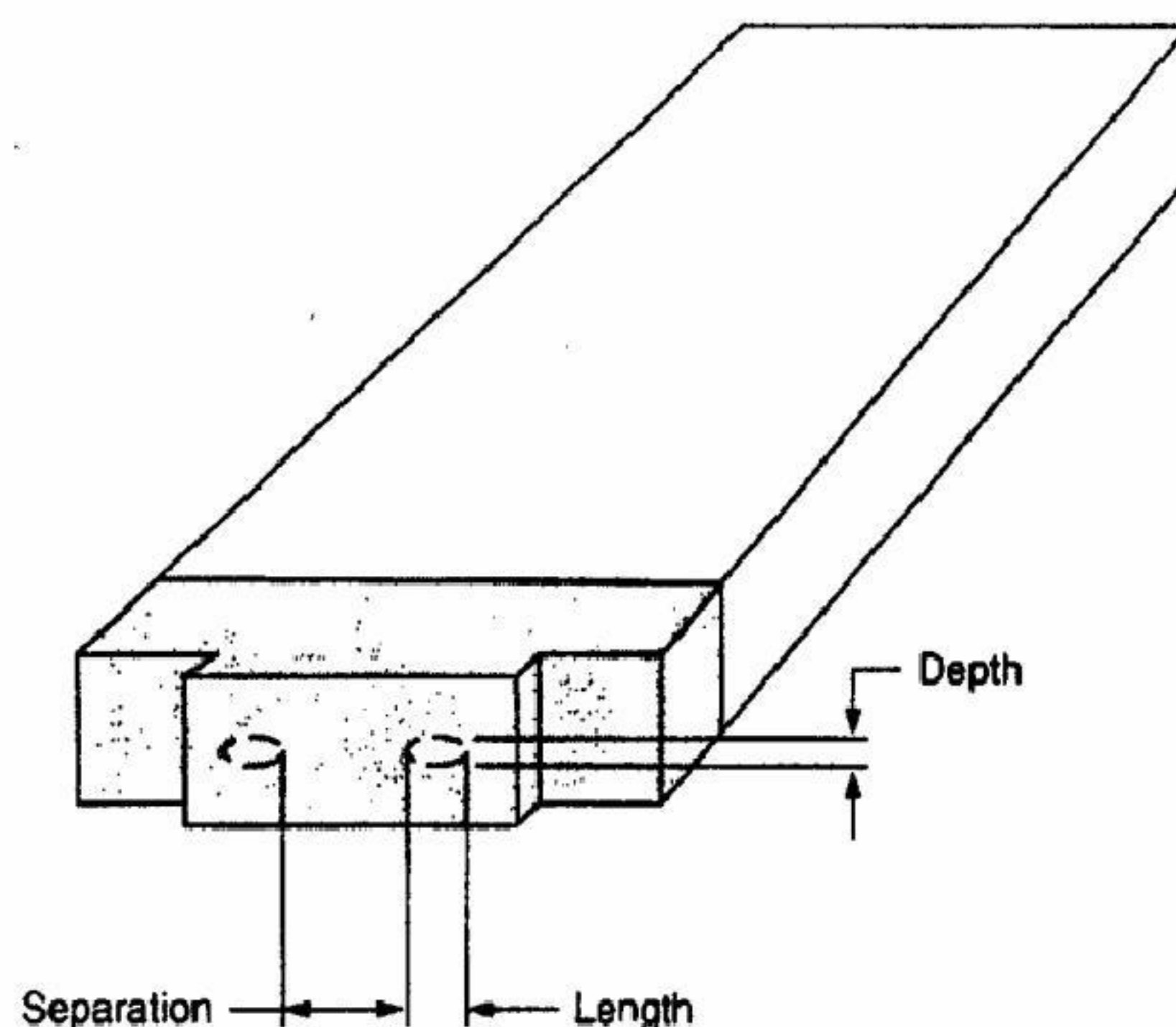


Note: The weld reinforcement shall be removed from both faces flush with the surface of the specimen. The specimen shall not be flattened before testing.

Gambar 6 Spesimen tes lengkung akar dan muka: Tebal dinding kurang dari atau sama dengan $\frac{1}{2}$ in. (12,7 milimeter) - *Root and face-bend test specimen: wall thicknesses less than or equal to $\frac{1}{2}$ inch (12.7 millimeters)*



Gambar 7 Spesimen tes lengkung-sisi : tebal dinding lebih besar dari $\frac{1}{2}$ in (12,7 mm) *Side-bend test specimen: wall thicknesses greater than $\frac{1}{2}$ inch (12.7 millimeters)*



Note: A broken nick-break test specimen is shown; however, this method of dimensioning applies also to broken tensile and fillet weld test specimens.

CATATAN

- 1) Tonjolan lasan harus dihilangkan dari kedua sisi lasan sampai rata dengan permukaan spesimen.
- 2) Spesimen boleh dipotong mesin sebesar $\frac{1}{2}$ " (12,7 mm), atau spesimen boleh dipotong oksigen selebar kira-kira $\frac{3}{4}$ " (19 mm) dan kemudian dihaluskan dengan mesin atau gerinda selebar $\frac{1}{2}$ (12,7 mm). Permukaan potongan harus dihaluskan dan sejajar.

NOTES

- 1) The weld reinforcement shall be removed from both faces flush with the surface of the specimen.
- 2) Specimens may be machine cut to a width of $\frac{1}{2}$ inch (12.7 millimeters), or they may be oxygen cut to a width of approximately $\frac{3}{4}$ inch (19 millimeters) and then machined or ground smooth to a width of $\frac{1}{2}$ inch (12.7 millimeters). Cut surfaces shall be smooth and parallel.

Gambar 8 Dimensi diskontinuitas dalam spesimen lasan
Dimensioning of discontinuities in weld specimens

5.8.2 Metode

Spesimen lasan-filet harus dipatahkan pada lasannya dengan metode yang sesuai.

5.8.3 Persyaratan

Permukaan bidang patahan dari setiap spesimen lasan-filet harus menunjukkan penetrasi dan fusi komplet dan disamping itu harus mengikuti limitasi berikut : (a) dimensi terbesar dari kantong gas harus tidak melebihi $\frac{1}{16}$ in (1,6 mm), (b) jumlah area dari semua kantong gas (*gas pocket*) harus tidak melebihi 2% dari area

5.8.2 Method

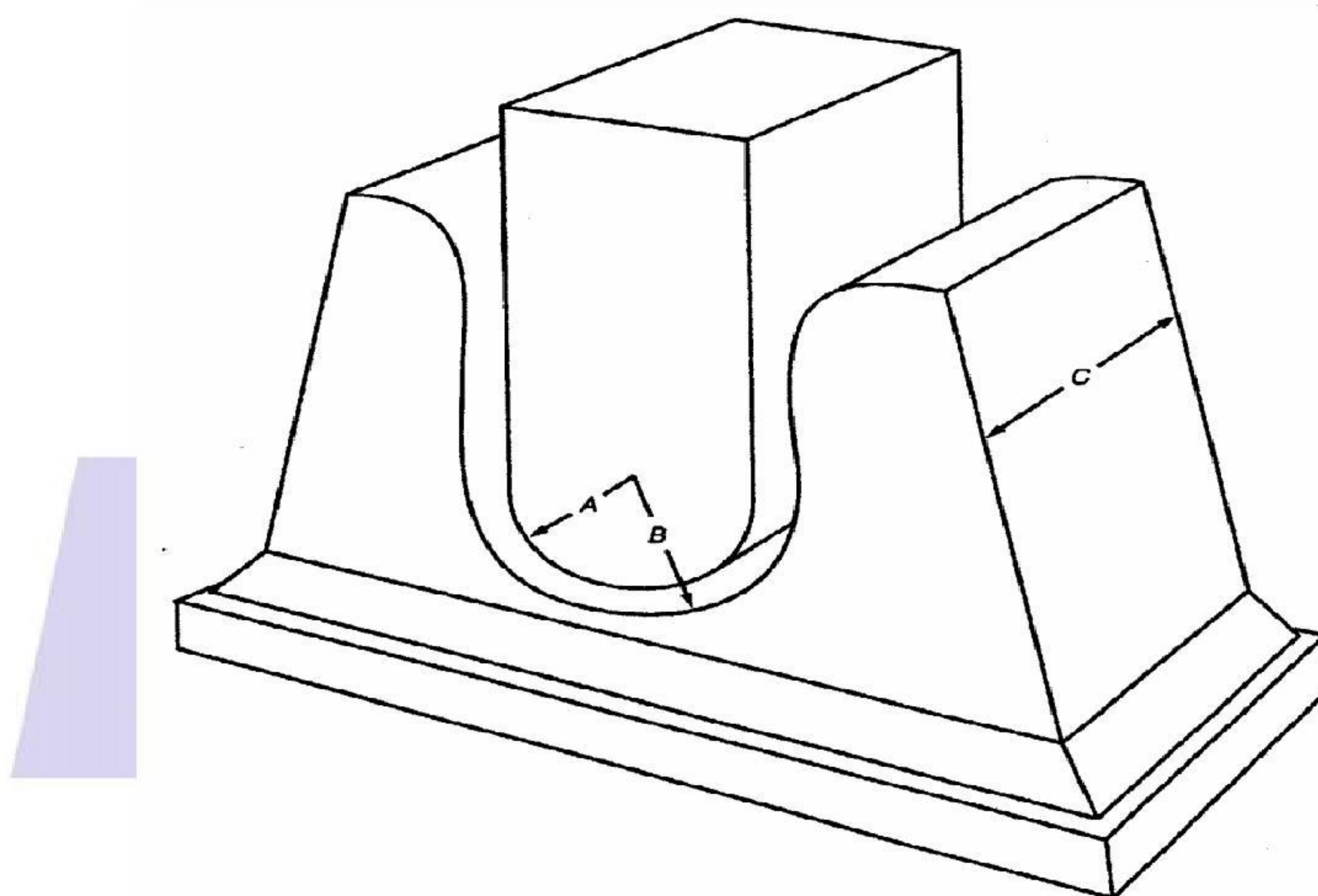
The fillet-weld specimens shall be broken in the weld by any convenient method.

5.8.3 Requirements

The exposed surfaces of each fillet-weld specimen shall show complete penetration and fusion, and (a) the greatest dimension of any gas pocket shall not exceed $\frac{1}{16}$ inch (1.6 millimeters), (b) the combined area of all gas pockets shall not exceed 2 percent of the exposed surface area, (c) slag inclusions shall not be more than $\frac{1}{32}$ inch

permukaan bidang patahan, (c) inklusi terak, kedalamannya harus tidak melebihi $\frac{1}{32}$ in (0,8 mm) dan panjangnya harus tidak melebihi $\frac{1}{8}$ in (3 mm) atau setengah tebal dinding nominal, pilih yang lebih kecil, dan (d) sekurang-kurangnya harus terdapat $\frac{1}{2}$ in (13 mm) logam lasan mulus/tanpa cacat antara inklusi-inklusi terak yang berdekatan. Dimensinya hendaknya diukur seperti yang diperlihatkan dalam Gbr. 8.

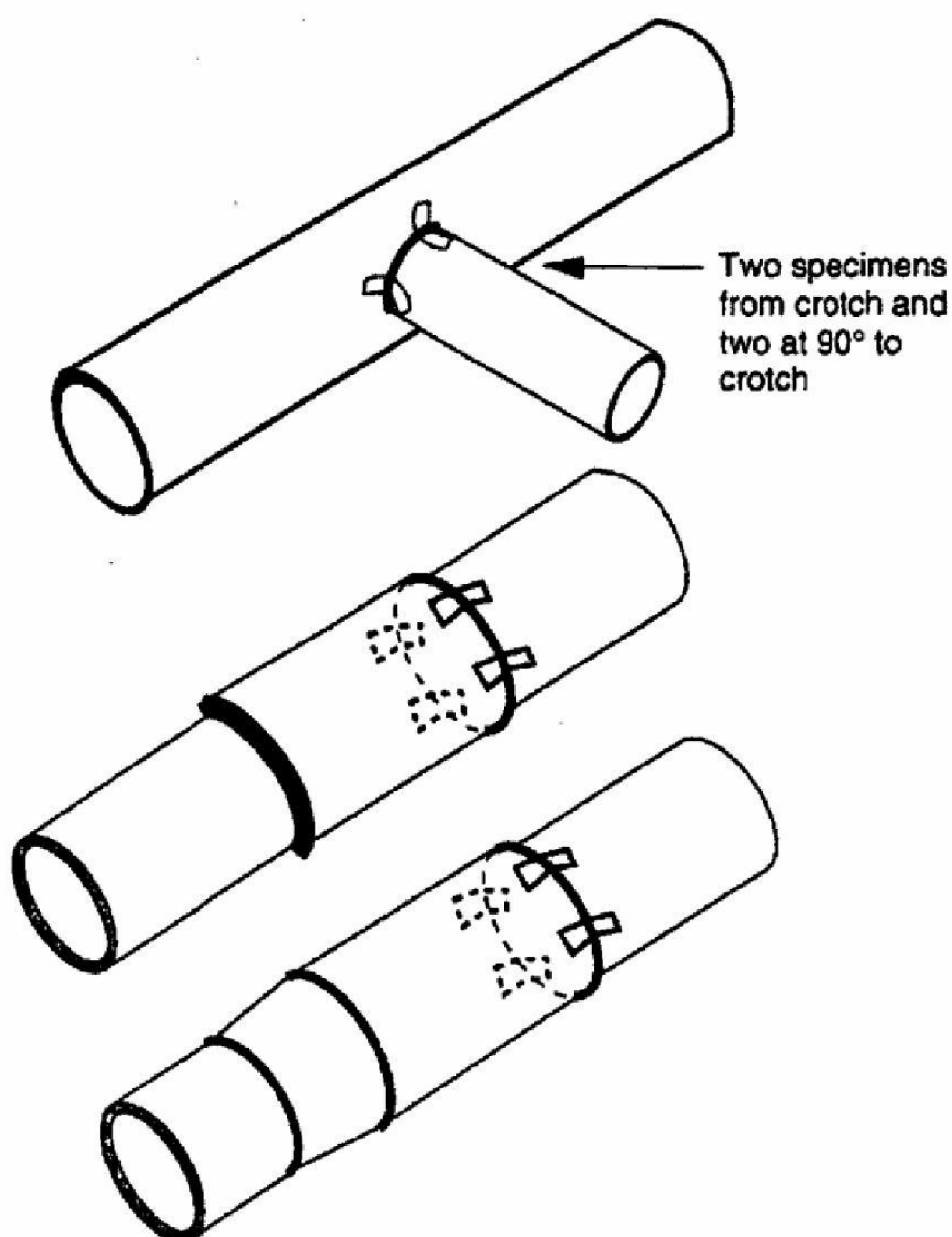
(0.8 millimeter) in depth and shall not be more than $\frac{1}{8}$ inch (3 millimeters) or one-half the nominal wall thickness in length, whichever is smaller, and (d) there shall be at least $\frac{1}{2}$ inch (13 millimeters) separation between adjacent slag inclusions. The dimensions should be measured as shown in Figure 8.



Gambar 9 Jig untuk guided bend test - Jig for guided bend tests

CATATAN Gambar ini tidak dibuat menurut skala. Radius plunger, $A = 1\frac{3}{4}$ " (44,45 mm), radius Die, $B = 2\frac{5}{16}$ " (58,74 mm), lebar Die, $C = 2$ " (50,8 mm).

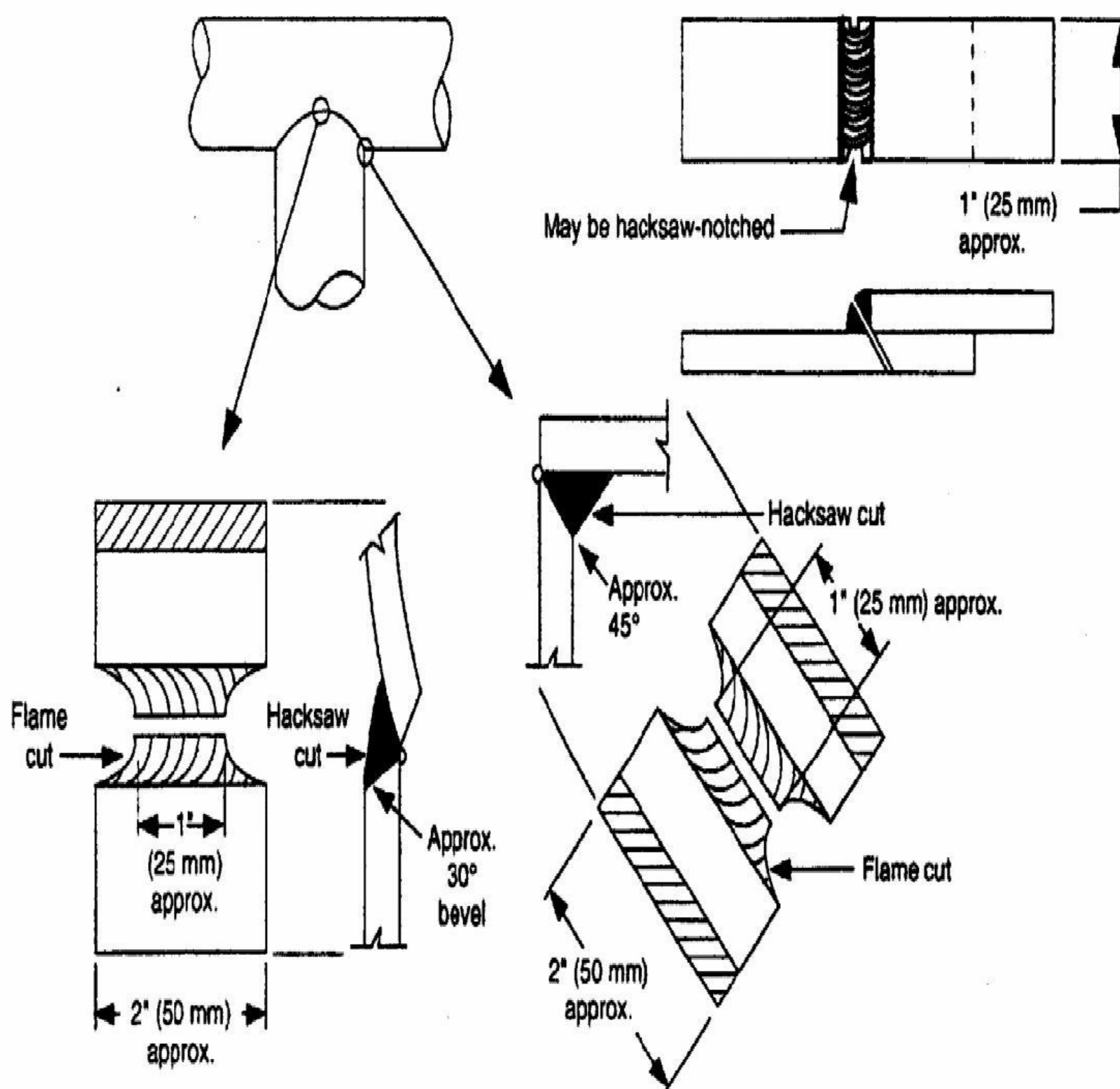
NOTE This figure is not drawn to scale. Radius of plunger, $A = 1\frac{3}{4}$ inches (44.45 millimeters); radius of die, $B = 2\frac{5}{16}$ inches (58.74 millimeters); width of die, $C = 2$ inches (50.8 millimeters).



Gambar 10 Lokasi dari spesimen tes nick-break: lasan tes kualifikasi prosedur dan juru las untuk lasan filet, termasuk tes kualifikasi juru las koneksi cabang
Location of nick-break test specimens: fillet-weld procedure and welder qualification test welds

CATATAN Gambar ini memperlihatkan lokasi spesimen tes untuk sambungan dengan diameter lebih besar atau sama dengan $2\frac{3}{8}$ " (60,3 mm). Untuk sambungan dengan diameter kurang dari $2\frac{3}{8}$ " (60,3 mm) spesimen harus dipotong dari lokasi yang sama, tetapi dua spesimen harus dipotong dari setiap dua lasan tes.

NOTE This figure shows the location of test specimens for joints with a diameter greater than or equal to $2\frac{3}{8}$ inches (60.3 millimeters). For joints with a diameter less than $2\frac{3}{8}$ inches (60.3 millimeters), specimens shall be cut from the same general location, but two specimens shall be removed from each of two test welds.



Gambar 11 Lokasi spesimen tes nick-break: lasan tes kualifikasi prosedur dan juru las untuk lasan filet, termasuk tes kualifikasi juru las koneksi cabang
Location of nick-break test specimen: fillet-weld procedure and welder qualification test welds, including size-to-size branch-connection welder qualification test

6 Kualifikasi juru las

6 Qualification of welders

6.1 Umum

6.1 General

Tujuan dari uji kualifikasi juru las adalah untuk menentukan kemampuan juru las untuk membuat lasan *butt* atau lasan filet yang mulus dengan menggunakan prosedur las yang telah dikualifikasi sebelumnya. Sebelum dilakukan pengelasan produksi, juru las harus dikualifikasi sesuai dengan persyaratan yang berlaku pada 6.2 s/d 6.8. Juru las yang telah menyelesaikan uji

The purpose of the welder qualification test is to determine the ability of welders to make sound butt or fillet welds using previously qualified procedures. Before any production welding is performed, welders shall be qualified according to the applicable requirements of 6.2 through 6.8. It is the intent of this standard that a welder who satisfactorily completes the

kualifikasi prosedur dengan memuaskan, dinyatakan sebagai juru las yang berkualifikasi. Yang dibuktikan dengan jumlah spesimen uji yang disyaratkan sudah dilakukan, diuji, dan memenuhi dengan kriteria penerimaan pada 5.6 untuk setiap juru las

Sebelum uji kualifikasi dimulai, juru las harus diberi waktu secukupnya untuk menyiapkan dan menyetel peralatan las yang akan digunakan dalam tes. Juru las harus menggunakan teknik pengelasan dan kecepatan yang sama dengan yang akan dilakukan jika juru las tersebut lulus uji dan diizinkan untuk melakukan pengelasan produksi. Pengkualifikasian juru las harus dilaksanakan dengan disaksikan oleh wakil dari instansi yang berwenang.

Juru las harus memenuhi syarat pengelasan dengan melakukan uji pada segmen nipple pipa atau pada nipple pipa ukuran penuh (*full size*) seperti yang dispesifikasi dalam 6.2. 1. Bila segmen nipple pipa digunakan, maka segmen tersebut harus disangga (*support*) sedemikian rupa sehingga menghasilkan lasan flat, vertikal dan *overhead* yang tipikal.

Variabel-variabel esensial yang berkaitan dengan kualifikasi prosedur dan juru las adalah tidak identik. Variabel esensial untuk kualifikasi juru las dispesifikasikan dalam 6.2.2 dan 6.3.2.

6.2 Kualifikasi tunggal

6.2.1 Umum

Untuk kualifikasi tunggal, juru las harus membuat lasan uji, menggunakan prosedur las berkualifikasi untuk menyambung nipple pipa atau segmen dari nipple pipa. Juru las harus membuat lasan *butt* dalam posisi putar atau tetap. Bila juru las dikualifikasi dalam posisi tetap, sumbu pipa harus pada bidang horizontal, pada bidang vertikal, atau dimiringkan dari bidang horizontal dengan sudut tidak melebihi 45 derajat.

Juru las yang membuat uji kualifikasi tunggal untuk koneksi cabang, lasan filet atau konfigurasi serupa lainnya harus mengikuti spesifikasi prosedur yang spesifik dan harus dibatasi pada rentang yang dispesifikasikan

procedure qualification test is a qualified welder, provided the number of test specimens required by 6.5 have been removed, tested, and meet the acceptance criteria of 5.6, for each welder.

Prior to starting the qualification tests, the welder shall be allowed reasonable time to adjust the welding equipment to be used. The welder shall use the same welding technique and proceed with the same speed he will use if he passes the test and is permitted to do production welding. The qualification of welders shall be conducted in the presence of a representative acceptable to the company.

A welder shall qualify for welding by performing a test on segments of pipe nipples or on full-size pipe nipples, as specified in 6.2.1. When segments of pipe nipples are used, they shall be supported so that typical flat, vertical, and overhead welds are produced.

The essential variables associated with procedure and welder qualifications are not identical. The essential variables for welder qualification are specified in 6.2.2 and 6.3.2.

6.2 Single qualification

6.2.1 General

For single qualification, a welder shall make a test weld, using a qualified procedure to join pipe nipples or segments of pipe nipples. The welder shall make a butt weld in either the rolled or the fixed position. When the welder is qualifying in the fixed position, the axis of the pipe shall be in the horizontal plane, in the vertical plane, or inclined from the horizontal plane at an angle of not more than 45 degrees.

A welder making a single-qualification test for branch connections, fillet welds, or other similar configurations shall follow the specific procedure specification.

dalam spesifikasi prosedur.

Perubahan-perubahan pada variabel esensial yang dijelaskan dalam 6.2.2. memerlukan kualifikasi ulang dari juru las.

Lasan harus dinyatakan berterima jika memenuhi persyaratan 6.4, 6.5, atau 6.6.

6.2.2 Lingkup

Seorang juru las yang telah berhasil menyelesaikan uji kualifikasi lasan seperti yang dijelaskan dalam 6.2.1 harus berkualifikasi didalam limit variabel esensial yang dijelaskan di bawah ini. Jika salah satu dari variabel esensial berikut diubah, juru las yang menggunakan prosedur baru harus dikualifikasi ulang:

- a. Perubahan dari satu proses las ke proses las lain atau ke kombinasi proses, sebagai berikut :
 1. Perubahan dari satu proses las ke proses las yang berbeda; atau
 2. Perubahan pada proses las kombinasi, jika tidak juru las telah lulus uji kualifikasi yang terpisah, menggunakan masing-masing proses las yang akan digunakan untuk proses las kombinasi.
- b. Perubahan arah pengelasan dari vertikal naik ke vertikal turun atau sebaliknya.
- c. Perubahan klasifikasi logam pengisi dari grup 1 atau 2 ke grup 3 atau dari grup 3 ke grup 1 atau 2 (Lihat Tabel 1).
- d. Perubahan dari satu grup diameter luar ke grup lainnya. Grup ini dibatasi sebagai berikut :
 1. Diameter luar lebih kecil dari 2,375 in. (60,3 mm).
 2. Diameter luar dari 2,375 in. (60,3 mm) s/d 12,750 in. (323,9 mm)
 3. Diameter luar lebih besar dari 12,750 in. (323,9 mm).

Changes in the essential variables described in 6.2.2 require requalification of the welder.

The weld shall be acceptable if it meets the requirements of 6.4 and either 6.5 or 6.6.

6.2.2 Scope

A welder who has successfully completed the qualification test described in 6.2.1 shall be qualified within the limits of the essential variables described below. If any of the following essential variables are changed, the welder using the new procedure shall be requalified:

- a. A change from one welding process to another welding process or combination of processes, as follows:
 1. A change from one welding process to a different welding process; or
 2. A change in the combination of welding processes, unless the welder has qualified on separate qualification tests, using each of the welding processes that are to be used for the combination of welding processes.
- b. A change in the direction of welding from vertical uphill to vertical downhill or vice versa.
- c. A change of filler-metal classification from Group 1 or 2 to Group 3, or from Group 3 to Group 1 or 2 (see Table1).
- d. A change from one outside diameter group to another. These groups are defined as follows:
 1. Outside diameter less than 2.375 in. (60.3 mm).
 2. Outside diameter from 2.375 in. (60.3 mm) through 12.750 in. (323.9 mm).
 3. Outside diameter greater than 12.750 in. (323.9 mm).

- e. Perubahan dari satu grup tebal dinding ke grup lainnya. Grup ini dibatasi sebagai berikut:
1. Tebal dinding pipa nominal lebih kecil dari 0,188 in. (4,8 mm).
 2. Tebal dinding pipa nominal dari 0,188 in. (4,8 mm) s/d 0,750 in. (19,1 mm).
 3. Tebal dinding pipa nominal lebih besar dari 0,750 in. (19,1 mm).
- f. Perubahan pada posisi dari posisi untuk mana juru las telah berkualifikasi (sebagai contoh, perubahan dari posisi putar ke posisi tetap, atau perubahan dari vertikal ke horizontal atau sebaliknya). Juru las yang berhasil lulus tes kualifikasi lasan butt pada posisi tetap dengan sumbu yang dimiringkan 45° dari bidang horizontal harus dinyatakan berkualifikasi untuk mengelas *butt* dan lap fillet pada semua posisi.
- g. Perubahan desain sambungan (sebagai contoh penghilangan strip penahan balik atau perubahan dari bevel V ke bevel U).

6.3 Kualifikasi multiple

6.3.1 Umum

Untuk kualifikasi multiple, juru las harus berhasil menyelesaikan dua tes berikut ini, menggunakan prosedur yang berkualifikasi.

Untuk tes pertama, juru las harus membuat lasan *butt* pada posisi tetap dengan sumbu pipa pada bidang horizontal atau dimiringkan dari bidang horizontal pada sudut tidak melebihi 45°. Lasan *butt* ini harus dibuat pada pipa dengan diameter sekurang-kurangnya 6,625 in. (168,3 mm) dan dengan tebal dinding sekurang-kurangnya 0,250 in. (6,4 mm) tanpa *strip* penahan balik. Lasan akan diterima jika memenuhi persyaratan 6.4 dan salah satu dari persyaratan 6.5 atau 6.6. Spesimen boleh diambil dari lasan tes pada lokasi yang ditunjukkan pada Gambar.12, atau boleh diseleksi pada lokasi-lokasi relatif yang ditunjukkan pada Gambar.12 tetapi dengan tidak mengambil referensi pada bagian puncak (*top of pipe*), atau boleh diseleksi dari lokasi-lokasi dengan spasi

- e. A change from one wall thickness group to another. These groups are defined as follows:
1. Nominal pipe wall thickness less than 0.188 in. (4.8 mm).
 2. Nominal pipe wall thickness from 0.188 in. (4.8 mm) through 0.750 in. (19.1 mm).
 3. Nominal pipe wall thickness greater than 0.750 in. (19.1 mm).
- f. A change in position from that for which the welder has already qualified (for example, a change from rolled to fixed or a change from vertical to horizontal or vice versa). A welder who successfully passes a butt-weld qualification test in the fixed position with the axis inclined 45° from the horizontal plane shall be qualified to do butt welds and lap fillet welds in all positions.
- g. A change in the joint design (for example, the elimination of a backing strip or a change from V bevel to U bevel).

6.3 Multiple Qualification

6.3.1 General

For multiple qualification, a welder shall successfully complete the two tests described below, using qualified procedures.

For the first test, the welder shall make a butt weld in the fixed position with the axis of the pipe either in the horizontal plane or inclined from the horizontal plane at an angle of not more than 45°. This butt weld shall be made on pipe with an outside diameter of at least 6.625 in. (168.3 mm) and with a wall thickness of at least 0.250 in. (6.4 mm) without a backing strip. The weld shall be acceptable if it meets the requirements of 6.4 and either 6.5 or 6.6. Specimens may be removed from the test weld at the locations shown in Figure 12, or they may be selected at the relative locations shown in Figure 12 but without reference to the top of the pipe, or they may be selected from locations that are spaced equidistantly around the entire

yang sama sekeliling lingkaran pipa. Urutan tipe specimen harus identik dengan yang ditunjukkan pada Gambar.12 untuk berbagai diameter pipa.

Untuk tes kedua, juru las harus menandai tempat-tempat yang akan dilubangi atau dimesin (*lay out*), memotong, mensuai (*fit*) dan mengelas koneksi cabang-ukuran penuh. Tes ini harus dibuat pada pipa dengan diameter sekurang-kurangnya 6,626 in. (168.3 mm) dan tebal dinding nominal sekurang-kurangnya 0.250 in. (6,4 mm).

Lubang ukuran-penuh harus dipotong pada run-pipe. Lasan harus dibuat dengan sumbu run-pipe pada posisi horizontal dan sumbu pipa-cabang memanjang ke bawah secara vertikal dari pipa utama. Lasan jadi harus menampilkan hasil kerja yang terampil, rapi dan uniform.

Lasan harus menunjukkan penetrasi komplet sekeliling lingkaran. *Root bead* yang telah komplet harus tidak mengandung *burn-through* apa pun melebihi $\frac{1}{4}$ in (6.4 mm). Jumlah dimensi maksimum dari *burn-through* yang tidak direparasi dan terpisah pada setiap lasan kontinu dengan panjang 12 in (300 mm) harus tidak melebihi $\frac{1}{2}$ in (13 mm).

Empat specimen *nick-break* harus diambil dari lasan pada lokasi-lokasi yang ditunjukkan dalam Gbr. 10. Spesimen harus disiapkan dan diuji sesuai dengan 5.8. 1. dan 5.8.2. Permukaan bidang patahan harus memenuhi persyaratan 5.8.3.

6.3.2 Lingkup

Seorang juru las yang telah berhasil menyelesaikan uji kualifikasi lasan *butt* yang dijelaskan dalam 3.3.1 pada pipa dengan diameter lebih besar atau sama dengan $12\frac{3}{4}$ in (323,8 mm) dan lasan koneksi cabang ukuran-penuh pada pipa dengan diameter lebih besar atau sama dengan $12\frac{3}{4}$ in (323,8 mm) harus berkualifikasi untuk mengelas dalam semua posisi; pada semua tebal dinding, desain sambungan, dan fitting; dan pada semua diameter pipa. Juru las yang berhasil menyelesaikan persyaratan lasan-*butt* dan koneksi-cabang

pipe circumference. The sequence of adjacent specimen types shall be identical to that shown in Figure 12 for the various pipe diameters.

For the second test, the welder shall lay out, cut, fit, and weld a full-sized branch-on-pipe connection. This test shall be performed with a pipe diameter of at least 6.625 in. (168.3 mm) and with a nominal wall thickness of at least 0.250 in. (6.4 mm).

A full-size hole shall be cut in the run.

The weld shall be made with the run-pipe axis in the horizontal position and the branch-pipe axis extending vertically downward from the run. The finished weld shall exhibit a neat, uniform workman-like appearance.

The weld shall exhibit complete penetration around the entire circumference. Completed root beads shall not contain any burn-through of more than $\frac{1}{4}$ in. (6.4 mm). The sum of the maximum dimensions of separate unrepaired burn-throughs in any continuous 12 in. (300 mm) length of weld shall not exceed $\frac{1}{2}$ in. (13 mm).

Four nick-break specimens shall be removed from the weld at the locations shown in Figure 10. They shall be prepared and tested in accordance with 5.8.1 and 5.8.2. The exposed surfaces shall meet the requirements of 5.8.3.

6.3.2 Scope

A welder who has successfully completed the butt-weld qualification test described in 6.3.1 on pipe with an outside diameter greater than or equal to 12.750 in. (323.9 mm) and a full-size branch-connection weld on pipe with an outside diameter greater than or equal to 12.750 in. (323.9 mm) shall be qualified to weld in all positions; on all wall thicknesses, joint designs, and fittings; and on all pipe diameters. A welder who has successfully completed the butt-weld and branch connection requirements of 6.3.1 on pipe

dalam butir 3.3.1 pada pipa dengan diameter kurang dari $12\frac{3}{4}$ in (323,8 mm) harus berkualifikasi untuk mengelas dalam semua posisi, pada semua tebal dinding, desain sambungan, dan fitting; dan pada semua diameter pipa yang lebih kecil atau sama dengan diameter pipa yang digunakan oleh juru las dalam uji kualifikasi.

jika dalam spesifikasi prosedur las salah satu variabel esensial berikut ini berubah, juru las yang menggunakan prosedur baru tersebut harus dikualifikasi ulang.

a) Perubahan dari satu proses las ke proses lain atau ke kombinasi proses las.

1. Perubahan dari satu proses las ke proses las yang berbeda; atau
2. Perubahan pada proses las kombinasi, jika tidak juru las telah lulus tes kualifikasi yang terpisah, menggunakan masing-masing proses las yang akan digunakan untuk proses las kombinasi.

b) Perubahan arah pengelasan dari vertikal naik ke vertikal turun, atau sebaliknya.

c) Perubahan klasifikasi logam-pengisi dari grup 1 atau 2 ke grup 3, atau dari grup 3 ke grup 1 atau 2 (lihat Tabel 1).

with an outside diameter less than 12.750 in. (323.9 mm) shall be qualified to weld in all positions; on all wall thicknesses, joint designs, and fittings; and on all pipe outside diameters less than or equal to the outside diameter used by the welder in the qualification tests.

If any of the following essential variables are changed in a procedure specification, the welder using the new procedure shall be requalified:

a) A change from one welding process to another welding process or combination of processes, as follows:

1. A change from one welding process to a different welding process; or
2. A change in the combination of welding processes, unless the welder has qualified on separate qualification tests, each using the same welding process that is used for the combination of welding processes.

b) A change in the direction of welding from vertical uphill to vertical downhill, or vice versa.

c) A change of filler-metal classification from Group 1 or 2 to Group 3 or from Group 3 to Group 1 or 2 (see Table 1).

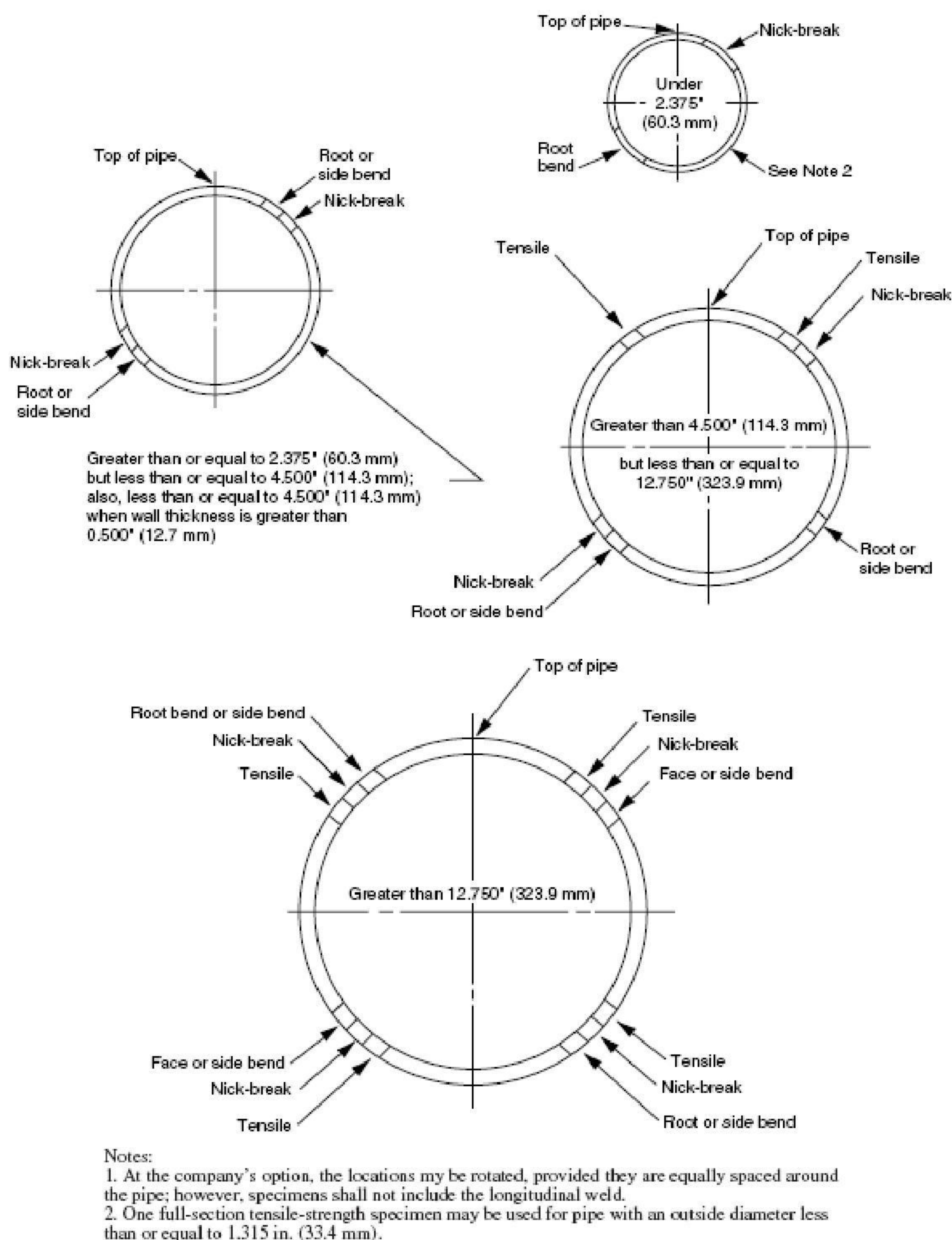


Figure 12—Location of Test Butt-weld Specimens for Welder Qualification Test

6.4 Pemeriksaan visual

Untuk mengkualifikasi lasan uji guna memenuhi persyaratan pemeriksaan visual, lasan harus bebas dari retak, penetrasi yang kurang, burn-through, dan cacat lain dan harus menampilkan hasil kerja yang

6.4 Visual examination

For a qualification test weld to meet the requirements for visual examination, the weld shall be free from cracks, inadequate penetration, and burn-through, and must present a neat workman-like appearance.

terampil dan rapi. Takik yang berdekatan dengan bead akhir pada sisi luar pipa kedalaman-nya harus tidak melebihi $\frac{1}{32}$ in (0,8 mm) atau 12,5% dari tebal dinding, dipilih yang lebih kecil, dan harus tidak terdapat takik lebih dari 2 in (50 mm) pada setiap lasan kontinu dengan panjang 12 in (300 mm).

Bila digunakan las otomatis atau semi-otomatis, kawat pengisi yang menonjol ke bagian dalam pipa harus dijaga seminim mungkin.

Kegagalan untuk memenuhi persyaratan paragraf ini harus dianggap cukup sebagai alasan untuk meniadakan uji lainnya.

6.5 Pengujian merusak

6.5.1 Pengambilan sampel lasan butt

Untuk uji lasan tumpul, sampel-sampel harus dipotong dari setiap lasan uji. Gbr. 12 menunjukkan lokasi dimana spesimen akan diambil jika lasan uji adalah lasan melingkar penuh. Jika lasan uji berupa segmen-segmen dari pipa nipel, spesimen yang jumlahnya kurang lebih sama harus diambil dari setiap segmen. Jumlah total spesimen dan uji yang harus dilakukan ditunjukkan pada Tabel 3.

Spesimen harus didinginkan udara sampai suhu ambien sebelum pengujian. Untuk pipa dengan diameter lebih kecil atau sama dengan 1,315 inci (33,4 mm), satu spesimen pipa utuh boleh menggantikan spesimen lengkung akar dan *nick-break*.

Spesimen pipa utuh ini harus diuji sesuai dengan 5.6.2.2. dan harus memenuhi persyaratan pada 6.5.3.

6.5.2 Prosedur uji tarik, *nick-break* dan lengkung untuk lasan butt

Spesimen harus disiapkan untuk uji tarik, *nick-break* dan uji lengkung dan pengujian harus dilakukan seperti yang dijelaskan pada 5.6. Akan tetapi untuk keperluan kualifikasi juru las, perhitungan kekuatan tarik kupon tidak diperlukan.

Uji tarik boleh ditiadakan, dalam hal mana

The depth of undercutting adjacent to the final bead on the outside of the pipe shall not be more than $\frac{1}{32}$ in. (0.8 mm) or 12.5% of the pipe wall thickness, whichever is smaller, and there shall not be more than 2 in. (50 mm) of undercutting in any continuous 12 in. (300 mm) length of weld.

When semi-automatic or mechanized welding is used, filler wire protruding into the inside of the pipe shall be kept to a minimum.

Failure to meet the requirements of this subsection shall be adequate cause to eliminate additional testing.

6.5 Destructive testing

6.5.1 Sampling of test butt welds

To test butt welds, samples shall be cut from each test weld. Figure 12 shows the locations from which the specimens are to be removed if the test weld is a complete circumferential weld. If the test weld consists of segments of pipe nipples, an approximately equal number of specimens shall be removed from each segment. The total number of specimens and the tests to which each shall be submitted are shown in Table 3.

The specimens shall be air cooled to ambient temperature prior to testing. For pipe with an outside diameter less than or equal to 1.315 in. (33.4 mm), one fullpipe section specimen may be substituted for the root-bend and Nick-break specimens.

This full-section specimen shall be tested in accordance with 5.6.2.2 and shall meet the requirements of 6.5.3.

6.5.2 Tensile-strength, *nick-break*, and bend test procedures for butt welds

The specimens shall be prepared for tensile-strength, Nickbreak and bend tests, and the tests shall be performed as described in 5.6. However, for the purpose of welder qualification, it is not necessary to calculate the tensile strength of the coupons.

The tensile strength test may even be

spesimen yang diperuntukkan untuk uji ini harus dikenakan uji *nick-break*.

6.5.3 Persyaratan Uji Tarik untuk lasan *butt*

Untuk uji tarik, bila ada spesimen penampangnya berkurang atau spesimen penampangnya tidak berkurang putus pada lasan atau sambungan pada lasan atau antara lasan dan logam induk dan gagal untuk memenuhi persyaratan kemulusan yang ditetapkan pada 5.6.3.3, juru las harus didiskualifikasi.

6.5.4 Persyaratan uji *nick-break* untuk lasan *butt*

Untuk uji *nick-break*, jika ada spesimen menunjukkan ketidaksempurnaan, yang melebihi dari yang diizinkan oleh 5.6.3.3, juru las harus didiskualifikasi.

omitted, in which case the specimens designated for the test shall be subjected to the Nick-break test.

6.5.3 Tensile-strength test requirements for butt welds

For the tensile-strength test, if any of the reduced-section specimens or the full-section specimen breaks in the weld or at the junction of the weld and the parent material and fails to meet the soundness requirements of 5.6.3.3, the welder shall be disqualified.

6.5.4 Nick-break test requirements for butt welds

For the Nick-break test, if any specimen shows imperfections that exceed those allowed by 5.6.3.3, the welder shall be disqualified.



Tabel 3 Tipe dan jumlah spesimen tes lasan butt per juru las untuk kualifikasi uji juru las dan pengetesan destruktif lasan produksi *Type and number of butt-weld test specimens per welder for welder qualification test destructive testing of production welds*

<u>Diameter Luar Pipa</u> Outside Diameter of Pipe		<u>Jumlah Spesimen</u> Number of Specimens					
		<u>Kuat Tarik</u> Tensile Strength	<u>Nick-Break</u>	<u>Lengkung Akar</u> Root Bend	<u>Lengkung Muka</u> Face Bend	<u>Lengkung Sisi</u> Side Bend	Total
Inches	Millimeters						
<u>Tebal Dinding $\leq \frac{1}{2}$ In (12,7 Milimeter)</u> Wall Thickness $\leq \frac{1}{2}$ Inch (12.7 Millimeters)							
$< 2\frac{3}{8}$	< 60.3	0	2	2	0	0	4 ^a
$2\frac{3}{8} - 4\frac{1}{2}$	60.3-114.3	0	2	2	0	0	4
$> 4\frac{1}{2} - 12\frac{3}{4}$	$> 114.3 - 323.8$	2	2	2	0	0	6
$> 12\frac{3}{4}$	> 323.8	4	4	2	2	0	12
<u>Tebal Dinding $> \frac{1}{2}$ In (12,7 Milimeter)</u> Wall Thickness $> \frac{1}{2}$ Inch (12.7 Millimeters)							
$\leq 4\frac{1}{2}$	≤ 114.3	0	2	0	0	2	4
$> 4\frac{1}{2} - 12\frac{3}{4}$	$> 114.3 - 323.8$	2	2	0	0	2	6
$> 12\frac{3}{4}$	> 323.8	4	4	0	0	4	12

^a Untuk pipa dengan diameter lebih kecil atau sama dengan 15/16 in (33,4 mm), spesimen dari dua lasan atau spesimen kuat-tarik pipa utuh harus diambil.

3.5.5 Persyaratan uji lengkung untuk lasan butt

Untuk uji lengkung, jika spesimen menunjukkan cacat melebihi yang diizinkan oleh 5.6.4.3 atau 5.6.5.3 juru las harus didiskualifikasi. Lasan pada pipa tekanan tinggi boleh dilengkungkan tidak sampai mencapai bentuk U penuh. Lasan ini harus dianggap berterima jika spesimen yang retak patah menjadi dua dan permukaan patahannya memenuhi persyaratan 2.6.3.3.

Jika salah satu uji lengkung gagal memenuhi persyaratan ini dan, menurut pendapat perusahaan, kurang-penetrasi yang diobservasi tidak mewakili lasan, spesimen

^a For pipe less than or equal to 1 5/16 inches (33.4 millimeters) in diameter, specimens from two welds or one full-section tensile-strength specimen shall be taken.

6.5.5 Bend test requirements for butt welds

For the bend tests, if any specimen shows imperfections that exceed those allowed by 5.6.4.3 or 5.6.5.3, the welder shall be disqualified. Welds in high-test pipe may not bend to the full U shape. These welds shall be considered acceptable if the specimens that crack are broken apart and their exposed surfaces meet the requirements of 5.6.3.3.

If one of the bend test specimens fails to meet these requirements and, in the company's opinion, the imperfection observed is not representative of the weld,

uji boleh diganti oleh spesimen lain yang dipotong berdekatan dengan spesimen uji yang gagal. Juru las harus didiskualifikasi jika spesimen tambahan ini juga menunjukkan cacat yang melebihi batas yang dispesifikasikan.

3.5.6 Pengambilan sampel dari lasan uji fillet

Untuk lasan uji fillet, spesimen harus dipotong dari setiap lasan uji. Gbr. 10 menunjukkan lokasi dari mana spesimen diambil jika lasan uji adalah lasan melingkar penuh.

Jika lasan uji berupa segmen pipa nipel, spesimen yang jumlahnya kurang lebih sama harus diambil dari setiap segmen. Spesimen harus didinginkan udara sampai suhu ambien sebelum pengujian.

6.5.7 Metode uji dan persyaratan untuk lasan fillet

Spesimen lasan-fillet harus disiapkan dan uji harus dilakukan seperti yang dijelaskan pada 5.8.

6.6 Radiografi hanya untuk lasan butt

6.6.1 Umum

Menurut kehendak perusahaan, kualifikasi lasan butt boleh diperiksa radiografi sebagai pengganti dari beberapa uji yang dispesifikasi pada 6.5.

6.6.2 Persyaratan inspeksi

Radiografi harus dibuat untuk setiap lasan tes. Juru las harus didiskualifikasi jika ada lasan uji tidak memenuhi persyaratan 9.3.

Inspeksi radiografi harus tidak digunakan untuk tujuan menentukan lokasi daerah yang mulus atau daerah yang terdapat diskontinuitas dan kemudian melakukan uji pada daerah tersebut untuk mengkualifikasi atau mendiskualifikasi seorang juru las.

the test specimen may be replaced by an additional specimen cut adjacent to the one that failed. The welder shall be disqualified if the additional specimen also shows imperfections that exceed the specified limits.

6.5.6 Sampling of test fillet welds

To test fillet welds, specimens shall be cut from each test weld. Figure 10 shows the locations from which the specimens are to be removed if the test weld is a complete circumferential weld.

If the test weld consists of segments of pipe nipples, an approximately equal number of specimens shall be removed from each segment. The specimens shall be air cooled to ambient temperature prior to testing.

6.5.7 Test Method and Requirements for Fillet Welds

The fillet-weld specimens shall be prepared and the test shall be performed as described in 5.8.

6.6 Radiography-Butt Weld Only

6.6.1 General

At the company's option, the qualification butt weld may be examined by radiography in lieu of the tests specified in 6.5.

6.6.2 Inspection Requirements

Radiographs shall be made of each of the test welds. The welder shall be disqualified if any of the test welds do not meet the requirements of 9.3.

Radiographic inspection shall not be used for the purpose of locating sound areas or areas that contain imperfections and subsequently making tests of such areas to qualify or disqualify a welder.

6.7 Uji ulang

Bila menurut pendapat bersama dari wakil perusahaan dan kontraktor, juru las gagal lulus uji kualifikasi oleh karena kondisi yang tak dapat dihindarkan atau kondisi di luar kemampuannya, juru las boleh diberi kesempatan kedua untuk uji kualifikasi. uji ulang selanjutnya harus tidak dilakukan sampai juru las telah mengajukan bukti pelatihan juru las susulan yang dapat diterima oleh perusahaan.

6.8 Rekaman

Rekaman harus dibuat dari uji yang dilakukan untuk setiap juru las dan dari hasil masing-masing uji. Formulir serupa yang ditunjukkan dalam Gbr. 2 hendaknya digunakan. (Formulir ini hendaknya dikembangkan untuk mengikuti kebutuhan masing-masing perusahaan tetapi harus cukup detail untuk membuktikan bahwa uji kualifikasi memenuhi persyaratan standar ini). Daftar dari juru las yang berkualifikasi dan prosedur untuk mengkualifikasinya harus dipelihara. Juru las boleh dikualifikasi ulang jika kemampuannya diragukan.

6.7 Retesting

If, in the mutual opinion of the company and the contractor's representatives, a welder fails to pass the qualification test because of unavoidable conditions or conditions beyond his control, the welder may be given a second opportunity to qualify. No further retests shall be given until the welder has submitted proof of subsequent welder training that is acceptable to the company.

6.8 Records

A record shall be maintained of the tests given to each welder and of the detailed results of each test. A form similar to that shown in Figure 2 should be used. (This form should be developed to suit the needs of the individual company but must be sufficiently detailed to demonstrate that the qualification test met the requirements of this standard.) A list of qualified welders and the procedures for which they are qualified shall be maintained. A welder may be required to requalify if a question arises about his competence.

7 Desain dan penyiapan sambungan untuk pengelasan produksi

7.1 Umum

Perpipaan harus dilas oleh juru las berkualifikasi menggunakan prosedur las berkualifikasi. Permukaan yang akan dilas harus mulus, uniform dan bebas dari laminasi, sobekan, kerak, terak, gemuk, cat dan bahan merusak lainnya yang dapat berpengaruh jelek pada pengelasan. Desain sambungan dan jarak antara ujung-ujung yang dipertemukan (*abutting*) harus sesuai dengan spesifikasi prosedur las yang digunakan.

7.2 Alignment

Alignment dari ujung-ujung sambungan yang dipertemukan harus meminimumkan offset (kemelencengan) antara permukaan. Untuk ujung-ujung pipa dengan ketebalan dinding

7 Design and preparation of a joint for production welding

7.1 General

Piping shall be welded by qualified welders using qualified procedures. The surfaces to be welded shall be smooth, uniform, and free from laminations, tears, scale, slag, grease, paint, and other deleterious material that might adversely affect the welding. The joint design and spacing between abutting ends shall be in accordance with the procedure specification used.

7.2 Alignment

The alignment of abutting ends shall minimize the offset between surfaces. For pipe ends of the same nominal thickness, the offset should not exceed 1/8 in. (3 mm).

nominal yang sama, *offset* harus tidak lebih $\frac{1}{8}$ in (3 mm). Jika terjadi *offset* yang lebih besar akibat dari variasi dimensional, *offset* tersebut harus didistribusikan sama rata sekeliling lingkaran pipa. Pemukulan pipa untuk mendapatkan kelurusan (*lineup*) yang semestinya hendaknya dilakukan seminimum mungkin.

7.3 Penggunaan klem pelurus (*lineup clamp*) untuk lasan *butt*

Klem pelurus harus digunakan untuk lasan *butt* sesuai dengan spesifikasi prosedur. Bila diizinkan untuk melepaskan klem pelurus sebelum *root bead* diselesaikan, bagian *bead* yang telah diselesaikan harus berupa segmen-segmen yang kurang lebih sama dan berspasi kurang lebih sama sekeliling lingkaran sambungan.

Namun demikian, bila klem pelurus internal digunakan dan kondisi yang ada sulit untuk mencegah pergerakan pipa atau jika lasan akan mengalami tegangan yang berlebihan, *root bead* harus diselesaikan sebelum klem dilepaskan. Segmen-segmen *root bead* yang digunakan sehubungan dengan klem eksternal, harus dispasikan secara uniform sekeliling lingkaran pipa dan harus mempunyai panjang agregat sekurang-kurangnya 50% keliling pipa sebelum klem dilepaskan.

7.4 Bevel

7.4.1 Mill bevel

Semua *mill bevel* pada ujung-ujung pipa harus sesuai dengan desain sambungan yang digunakan pada spesifikasi prosedur.

7.4.2 Field bevel

Ujung pipa hendaknya dibevel di lapangan dengan machine tool atau *machine oxygen cutting*. *Oxygen cutting* manual boleh juga digunakan, jika diizinkan oleh perusahaan. Ujung yang dibevel harus cukup rata dan uniform, dan dimensinya harus sesuai dengan spesifikasi prosedur.

Larger variations are permissible provided the variation is caused by variations of the pipe end dimensions within the pipe purchase specification tolerances, and such variations have been distributed essentially uniformly around the circumference of the pipe. Hammering of the pipe to obtain proper lineup should be kept to a minimum.

7.3 Use of Lineup Clamp for Butt Welds

Lineup clamps shall be used for butt welds in accordance with the procedure specification. When it is permissible to remove the lineup clamp before the root bead is completed, the completed part of the bead shall be in approximately equal segments spaced approximately equally around the circumference of the joint.

However, when an internal lineup clamp is used and conditions make it difficult to prevent movement of the pipe or if the weld will be unduly stressed, the root bead shall be completed before clamp tension is released. Root-bead segments used in connection with external clamps should be uniformly spaced around the circumference of the pipe and shall have an aggregate length of at least 50% of the pipe circumference before the clamp is removed.

7.4 Bevel

7.4.1 Mill bevel

All mill bevels on pipe ends shall conform to the joint design used in the procedure specification.

7.4.2 Field Bevel

Pipe ends should be field beveled by machine tool or machine oxygen cutting. If authorized by the company, manual oxygen cutting may also be used. The beveled ends shall be reasonably smooth and uniform, and dimensions shall be in accordance with the procedure specification.

7.5 Kondisi cuaca

Pengelasan harus tidak dilakukan bila kualitas lasan yang diselesaikan akan berkurang akibat pengaruh kondisi cuaca, seperti uap yang terbawa oleh udara, pasir yang tertiuap angin kencang dan lain-lain. *Windshields* (pelindung angin) boleh digunakan bila praktis dan memungkinkan. Perusahaan harus memutuskan apakah kondisi cuaca cocok untuk pengelasan.

7.6 Ruang gerak

Bila pipa dilas di atas permukaan tanah, ruang gerak kerja di sekeliling pipa pada lasan hendaknya tidak kurang dari 16 inci (400 mm). Bila pipa dilas di dalam parit, lubang untuk kerja harus cukup luas untuk memudahkan juru las melakukan pekerjaan.

7.7 Pembersihan antara bead

Kerak dan terak harus dihilangkan dari setiap bead dan alur. Alat bantu berpengerak harus digunakan bila dinyatakan dalam spesifikasi prosedur las; kalau tidak, pembersihan boleh dilakukan dengan alat Bantu manual atau alat Bantu berpengerak. Bila pengelasan otomatis atau semiotomatis digunakan, kelompok porositas permukaan, *start bead* dan tonjolan-tonjolan yang mengganggu harus dihilangkan dengan pengerindaan sebelum logam lasan berikutnya didepositkan. Bila diminta oleh perusahaan, *deposit heavy glass* harus dihilangkan sebelum logam lasan berikutnya didepositkan.

7.8 Las posisi

7.8.1 Prosedur

Pada las posisi, bagian-bagian yang akan disambung harus dikunci terhadap gerakan dan mempunyai ruang gerak yang memadai disekitar sambungan agar juru las dapat leluasa melakukan pekerjaannya.

7.8.2 Bead pengisi dan penutup

Untuk las-posisi, jumlah bead pengisi dan penutup harus sedemikian rupa sehingga

7.5 Weather Conditions

Welding shall not be done when the quality of the completed weld would be impaired by the prevailing weather conditions, including but not limited to airborne moisture, blowing sands, or high winds. Windshields may be used when practical. The company shall decide if weather conditions are suitable for welding.

7.6 Clearance

When the pipe is welded above ground, the working clearance around the pipe at the weld should not be less than 16 in. (400 mm). When the pipe is welded in a trench, the bell hole shall be large enough to provide the welder or welders with ready access to the joint.

7.7 Cleaning Between Beads

Scale and slag shall be removed from each bead and groove. Power tools shall be used when called for in the procedure specification; otherwise, cleaning may be performed with either hand or power tools. When semiautomatic or mechanized welding is used, surface porosity clusters, bead starts, and high points shall be removed by grinding before weld metal is deposited over them. When requested by the company, heavy glass deposits shall be removed before weld metal is deposited over them.

7.8 Position welding

7.8.1 Procedure

All position welds shall be made with the parts to be joined secured against movement and with adequate clearance around the joint to allow the welder or welders space in which to work.

7.8.2 Filler and Finish Beads

For position welding, the number of filler and finish beads shall allow the completed

lasan jadi mempunyai penampang lintang uniform disekeliling lingkaran pipa. Pada titik manapun permukaan lasan sekurang-kurangnya sama dengan permukaan luar pipa, dan juga hendaknya tidak menonjol di atas logam induk lebih dari $\frac{1}{16}$ inci (1,6 mm).

Dua bead tidak boleh dimulai pada lokasi yang sama. Muka dari lasan jadi hendaknya lebih lebar kira-kira $\frac{1}{8}$ inci (3 mm) dari lebar alur mula. Lasan jadi harus disikat dan dibersihkan keseluruhannya.

7.9 Las putar

7.9.1 Alignment

Atas kehendak perusahaan, las putar diizinkan, asalkan alignment dipertahankan melalui penggunaan *skid* atau kerangka struktural dengan jumlah *roller dollies* (lori dengan rol) yang mencukupi untuk mencegah pelengkungan (*sag*) pada batang pipa yang disangga.

7.9.2 Bead pengisi dan penutup

Untuk las putar, jumlah bead pengisi dan penutup harus sedemikian rupa sehingga lasan jadi mempunyai penampang lintang yang uniform disekeliling lingkaran pipa.

Pada titik mana pun permukaan mahkota harus tidak berada di bawah permukaan luar pipa, demikian pula hendaknya tidak menonjol di atas logam induk lebih dari $\frac{1}{16}$ inci (1,6 mm).

Permukaan dari lasan hendaknya lebih lebar kira-kira $\frac{1}{8}$ inci (3 mm) dari lebar alur mula. Selama pengelasan berlangsung, pipa harus diputar untuk menjaga agar pengelasan berada pada atau sekitar bagian atas pipa. Lasan jadi harus disikat dan dibersihkan secara keseluruhan.

7.10 Identifikasi lasan

Setiap juru las harus mengidentifikasikan pekerjaannya dengan cara yang telah ditentukan oleh perusahaan.

weld a substantially uniform cross section around the entire circumference of the pipe. At no point shall the crown surface fall below the outside surface of the pipe, nor should it be raised above the parent metal by more than $\frac{1}{16}$ in. (1.6 mm).

Two beads shall not be started at the same location. The face of the completed weld should be approximately $\frac{1}{8}$ in. (3 mm) wider than the width of the original groove. The completed weld shall be thoroughly brushed and cleaned.

7.9 Roll welding

7.9.1 Alignment

At the company's option, roll welding shall be permitted, provided alignment is maintained by the use of skids or a structural framework with an adequate number of roller dollies to prevent sag in the supported lengths of pipe.

7.9.2 Filler and Finish Beads

For roll welding, the number of filler and finish beads shall be such that the completed weld has a substantially uniform cross section around the entire circumference of the pipe.

At no point shall the crown surface fall below the outside surface of the pipe, nor should it be raised above the parent metal by more than $\frac{1}{16}$ in. (1.6 mm).

The face of the completed weld should be approximately $\frac{1}{8}$ in. (3 mm) wider than the width of the original groove. As the welding progresses, the pipe shall be rolled to maintain welding at or near the top of the pipe. The completed weld shall be thoroughly brushed and cleaned.

7.10 Identification of welds

Each welder shall identify his work in the manner prescribed by the company.

7.11 Perlakuan pra-panas dan pasca panas

Spesifikasi prosedur harus menspesifikasi kan periakuan prapanas dan pascapanas yang akan diikuti bila material atau kondisi cuaca membuat salah satu atau kedua periakuan tersebut diperlukan.

8 Inspeksi dan pengujian lasan produksi

8.1 Kewenangan inspeksi

Perusahaan harus mempunyai kewenangan untuk menginspeksi seluruh lasan dengan cara tak-rusak atau dengan memotong lasan untuk keperluan uji mekanis. Inspeksi boleh dilakukan sewaktu pengelasan atau setelah lasan diselesaikan. Frekuensi inspeksi harus seperti yang ditetapkan oleh perusahaan.

8.2 Metode inspeksi

Pengujian tak-rusak boleh berupa inspeksi radiografi atau metode pengujian lain yang ditetapkan oleh perusahaan. Metode yang digunakan harus menghasilkan indikasi cacat yang dapat diinterpretasikan dan dievaluasi dengan akurat. Lasan harus dievaluasi berdasarkan Bab VI, atau, atas kehendak perusahaan, Lampiran pada standar ini. Dalam hal yang disebut terakhir, diperlukan inspeksi yang lebih ekstensif untuk menentukan ukuran cacat.

Uji rusak harus berupa pemotongan lasan jadi, penyiapan menjadi spesimen, dan pemeriksaan spesimen tersebut. Spesimen harus disiapkan sesuai dengan dan harus memenuhi persyaratan 3.5. Perusahaan harus mempunyai kewenangan untuk menerima atau menolak setiap lasan yang tidak memenuhi persyaratan untuk metode yang telah digunakan dalam menginspeksi lasan. Juru las yang membuat lasan dan gagal memenuhi persyaratan boleh didiskualifikasi dari pekerjaan las berikutnya.

Operator dari uji tak rusak boleh diminta untuk mendemonstrasikan kemampuan prosedur inspeksi untuk mendeteksi cacat

7.11 Pre- and Post-Heat Treatment

The procedure specification shall specify the pre- and postheat treatment practices to be followed when materials or weather conditions make either or both treatments necessary.

8 Inspection and testing of production welds

8.1 Rights of Inspection

The company shall have the right to inspect all welds by nondestructive means or by removing welds and subjecting them to mechanical tests. The inspection may be made during the welding or after the weld has been completed. The frequency of inspection shall be as specified by the company.

8.2 Methods of inspection

Nondestructive testing may consist of radiographic inspection or another method specified by the company. The method used shall produce indications of defects that can be accurately interpreted and evaluated. The welds shall be evaluated on the basis of either Section 6 or, at the company's option, the appendix to this standard. In the latter IP case, more extensive inspection to determine the flaw size is required.

Destructive testing shall consist of the removal of completed welds, the sectioning of them into specimens, and the examination of the specimens. The specimens shall be prepared in accordance with and shall meet the requirements of 3.5. The company shall have the right to accept or reject any weld that does not meet the requirements for the method by which it was inspected. The welder or welders who make a weld that fails to comply with the requirements may be disqualified from further work.

Operators of nondestructive inspection equipment may be required to demonstrate the inspection procedure's capability to

yang ditolak dan kemampuan operator untuk menginterpretasi indikasi yang ditunjukkan oleh peralatan bersangkutan secara benar. Uji dengan metode *trepanning* (pengambilan contoh dari lasan produksi) tidak boleh digunakan

8.3 Kualifikasi personil inspeksi

Personil inspeksi las harus dikualifikasi berdasarkan pengalaman dan pelatihan untuk tugas inspeksi yang akan dilakukannya. Kualifikasi personil tersebut harus dapat diterima oleh perusahaan. Dokumentasi tentang kualifikasi ini harus disimpan oleh perusahaan dan harus mencakup hal seperti berikut:

- a) Pendidikan dan pengalaman.
- b) Pelatihan.
- c) Hasil setiap pemeriksaan kualifikasi.

8.4 Sertifikasi personil uji tak rusak

8.4.1 Prosedur

Personil uji tak rusak harus disertifikasi sesuai dengan rekomendasi *ASNT Recommended Practice ASNT-TC-1A* untuk metode uji yang digunakan. Hanya personil level II atau III yang diperbolehkan untuk menginterpretasikan hasil uji.

8.4.2 Rekaman

Rekaman dari personil uji tak rusak yang bersertifikat harus disimpan oleh perusahaan. Rekaman ini harus memuat hasil uji sertifikasi, instansi dan orang yang memberikan sertifikat, dan tanggal sertifikat. Personil untuk uji tak rusak boleh disyaratkan untuk disertifikasi ulang, jika kemampuannya meragukan atau, atas kehendak perusahaan. Personil uji tak rusak level I dan II harus disertifikasi ulang sekurang-kurangnya setiap 3 tahun. Personil uji tak rusak level III harus disertifikasi ulang sekurang-kurangnya setiap 5 tahun.

detect rejectable defects and the operator's ability to properly interpret the indications given by the equipment. Trepanning methods of testing shall not be used.

8.3 Qualification of inspection personnel

Welding inspection personnel shall be qualified by experience and training for the specified inspection task they perform. Their qualifications shall be acceptable to the company. Documentation of these qualifications shall be retained by the company and shall include but is not limited to the following:

- a) Education and experience.
- b) Training.
- c) Results of any qualification examinations.

8.4 Certification of nondestructive testing personnel

8.4.1 Procedures

Nondestructive testing personnel shall be certified in accordance with the recommendations of ASNT Recommended Practice ASNT-TC-1A for the test method used. Only Level II or III personnel shall interpret test results.

8.4.2 Record

A record of certified nondestructive testing personnel shall be kept by the company. The record shall include the results of certification tests, the agency and person granting certification, and the date of certification. Nondestructive testing personnel may be required to be recertified at the company's option or if any question arises about their ability. Level I and II nondestructive testing personnel shall be recertified at least every three years. Level III nondestructive testing personnel shall be recertified at least every five years.

9 Standar penerimaan untuk uji tak rusak

9.1 Umum

Standar penerimaan pada Bab ini berlaku ketidaksempurnaan yang ditemukan dengan metoda-metoda uji radiografi, partikel magnetic, penetran cair, dan ultrasonik. Standar penerimaan ini berlaku juga untuk inspeksi visual. Uji tak rusak tidak boleh digunakan untuk memilih lasan yang akan diuji rusak sesuai dengan butir 6.5

9.2 Kewenangan penolakan

Semua metode uji tak rusak dibatasi pada informasi yang dapat diperoleh dari indikasi yang dihasilkannya. Oleh karena itu perusahaan boleh menolak setiap lasan yang nampaknya memenuhi standar ini jika, menurut pendapatnya, kedalaman dari diskontinuitas dapat merusak pada lasan.

9.3 Pengujian radiografi

Catatan: semua densitas yang diacu pada butir 6.3.1. sampai 6.3.12. didasarkan pada bayangan negatif.

9.3.1 Penetrasi kurang

Penetrasi kurang tanpa tinggi-rendah didefinisikan sebagai pengisian akar lasan yang tidak penuh. Kondisi ini secara skematis diperlihatkan pada gambar 13. Penetrasi kurang tidak diterima bila mana terdapat kondisi berikut

- Panjang indikasi individual Penetrasi kurang melebihi 1 inci (25,4 mm).
- Panjang agregat dari indikasi dari Penetrasi kurang pada setiap lasan kontinyu dengan panjang 12 inci (304,8 mm) melebihi 1 in (25,4 mm).
- Panjang agregat dari indikasi Penetrasi kurang melebihi 8% dari panjang lasan pada setiap lasan dengan panjang kurang dari 12 inci (304,8 mm).

9 Acceptance standard for non destructive testing

9.1 General

The acceptance standard presented in this section apply to imperfection located by radiographic, magnetic particle, liquid penetrant, and ultrasonic test methods. They may also be applied to visual inspection. Nondestructive testing shall not be used to select welds that are subjected to destructive testing in accordance with 6.5.

9.2 Rights of rejection

All nondestructive test methods are limited in the information that can be derived from the indications they produce. The company may therefore reject any weld that appears to meet these acceptance standards if, in its opinion, the depth of a discontinuity may be detrimental to the weld.

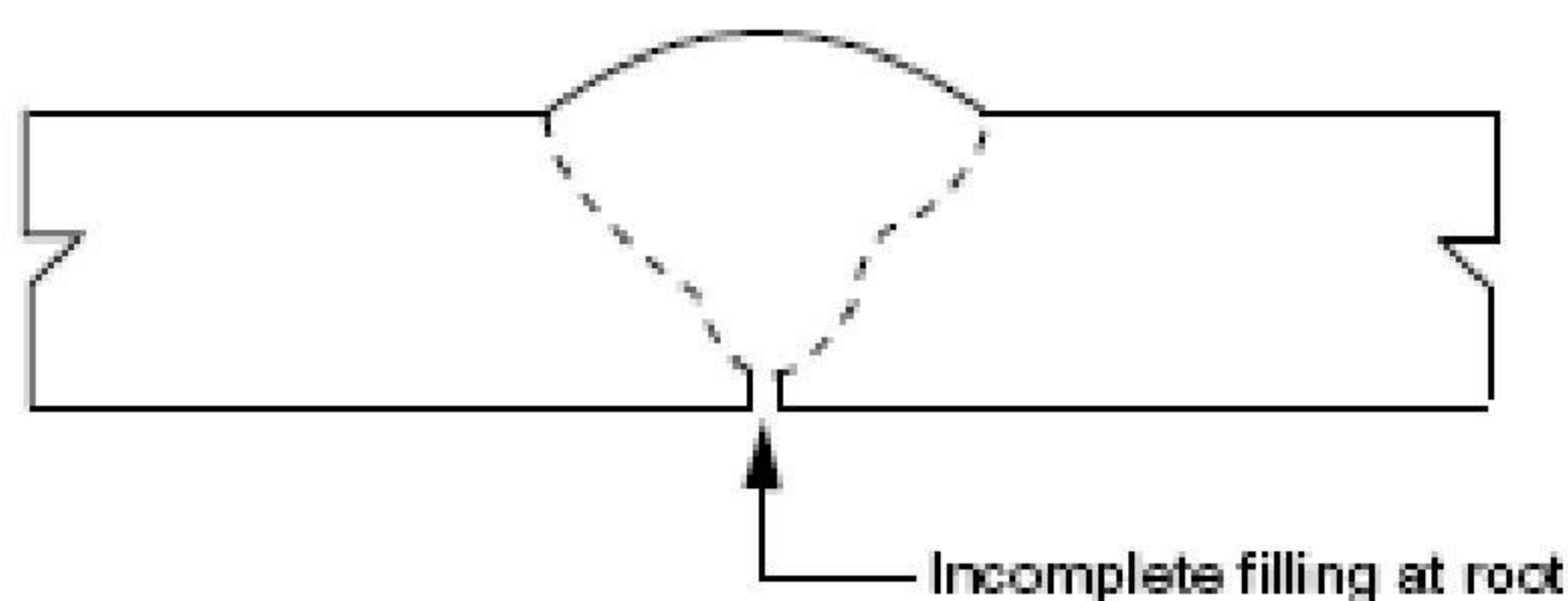
9.3 Radiographic testing

Note: All densities referred to in 6.3.1 through 6.3.12 are based on negative images.

9.3.1 Inadequate penetration

Inadequate penetration without high-low (IP) is defined as the incomplete filling of the weld root. This condition is shown schematically in Figure 13. IP shall be unacceptable when any of the following conditions exists:

- The length of an individual indication of IP exceeds 1 inch (25.4 millimeters).
- The aggregate length of indications of IP in any continuous 12-inch (304.8-millimeter) length of weld exceeds 1 inch (25.4 millimeters).
- The aggregate length of indications of IP exceeds 8 percent of the weld length in any weld less than 12 inches (304.8 millimeters) in length.



Note: One or both root faces may be inadequately filled at the inside surface.

Figure 13—Inadequate Penetration without High-low (IP)

CATATAN Satu atau kedua muka akar tidak cukup terisi pada permukaan dalam

NOTE One or both root faces may be inadequately filled at the inside surface

9.3.2 Penetrasi kurang karena tinggi rendah

Penetrasi kurang karena tinggi rendah definisikan sebagai kondisi yang terjadi bila mana salah satu pinggir dari akar lasan diekspos (atau tidak terikat) disebabkan sambungan pipa atau penyambung pipa tidak benar *alignment*-nya (misaligned). Kondisi ini secara skematis diperlihatkan pada Gambar 14. Penetrasi kurang harus tidak diterima bila terdapat kondisi berikut.

- Panjang indikasi individual dari Penetrasi kurang karena tinggi rendah melebihi 2 inci (50,8 mm).
- Panjang agregat indikasi Penetrasi kurang karena tinggi rendah pada setiap lasan kontinyu dengan panjang 12 inci (304,8 mm) melebihi 3 inci (76,2 mm).

9.3.3 Fusi tak sempurna

Fusi tak sempurna didefinisikan sebagai suatu diskontinuitas antara logam lasan dan logam dasar yang terbuka sampai ke permukaan. Kondisi ini secara skematis diperlihatkan pada gambar 15. Fusi tak sempurna harus tidak diterima bila terdapat kondisi berikut

- Panjang indikasi individual dari Fusi tak sempurna melebihi 1 inci (25,4 mm).
- Panjang agregat dari indikasi Fusi tak sempurna pada setiap lasan kontinyu

9.3.2 Inadequate penetration due to high-low

Inadequate penetration due to high-low (IPD) is defined as the condition that exists when one edge of the root is exposed (or unbonded) because adjacent pipe or fitting joints are misaligned. This condition is shown schematically in Figure 14. IPD shall be unacceptable when any of the following conditions exists:

- The length of an individual indication of IPD exceeds 2 inches (50.8 millimeters).
- The aggregate length of indications of IPD in any continuous 12-inch (304.8-millimeter) length of weld exceeds 3 inches (76.2 millimeters).

9.3.3 Incomplete fusion

Incomplete fusion (IF) is defined as a discontinuity between the weld metal and the base metal that is open to the surface. This condition is shown schematically in Figure 15. IF shall be unacceptable when any of the following conditions exists:

- The length of an individual indication of IF exceeds 1 inch (25.4 millimeters).
- The aggregate length of indications of IF in any continuous 12-inch (304.8-

dengan panjang 12 inci (304,8 mm) melebihi 1 inci (25,4 mm).

- c) Panjang agregat dari indikasi Fusi tak sempurna melebihi 8% dari panjang lasan pada setiap lasan dengan panjang kurang dari 12 inci (304,8 mm).

9.3.4 Fusi tak sempurna karena *cold lap*

Fusi tak sempurna karena *cold lap* didefinisikan sebagai diskontinuitas antara dua bead lasan yang berdekatan atau antara logam lasan dan logam dasar yang tidak terbuka sampai ke permukaan. Kondisi ini diperlihatkan secara skematis pada gambar 16. Fusi tak sempurna karena *cold lap* tidak diterima bila terdapat kondisi berikut :

- a) Panjang indikasi individual dari Fusi tak sempurna karena *cold lap* melebihi 2 inci (50,8 mm).
- b) Panjang agregat dari indikasi Fusi tak sempurna karena *cold lap* pada setiap lasan kontinyu dengan panjang 12 inci (304,8 mm) melebihi 2 inci (50,8 mm).
- c) Panjang agregat dari indikasi Fusi tak sempurna karena *cold lap* Fusi tak sempurna karena *cold lap* melebihi 8 persen panjang lasan.

9.3.5 Cekungan internal

Cekungan Internal didefinisikan pada 1.2.2.13 dan ditunjukkan secara skematis pada Gambar 17. Cekungan internal, berapapun panjangnya, dapat diterima, asalkan densitas bayangan radiografik dari cekungan internal tidak melebihi densitas logam dasar tertipis yang berdekatan. Untuk area yang melebihi densitas logam dasar tertipis berdekatan, bertakut kriteria untuk *burn through* lihat 6.3.6.

9.3.6 Burn-through

9.3.6.1 *Burn-through* (BT) didefinisikan sebagai porsi dari *root bead* dimana penetrasi yang berlebihan menyebabkan cairan lasan meleleh kedalam.

9.3.6.2 Untuk pipa dengan diameter luar lebih besar atau sama dengan $2\frac{3}{8}$ inci (60,3 mm), BT harus tidak diterima bila terdapat salah satu kondisi berikut

millimeter) length of weld exceeds 1 inch (25.4 millimeters).

- c) The aggregate length of indications of IF exceeds 8 percent of the weld length in any weld less than 12 inches (304.8 millimeters) in length.

9.3.4 Incomplete fusion due to cold lap

Incomplete fusion due to cold lap (IFD) is defined as a discontinuity between two adjacent weld beads or between the weld metal and the base metal that is not open to the surface. This condition is shown schematically in Figure 16. IFD shall be unacceptable when any of the following conditions exists:

- a) The length of an individual indication of IFD exceeds 2 inches (50.8 millimeters).
- b) The aggregate length of indications of IFD in any continuous 12-inch (304.8-millimeter) length of weld exceeds 2 inches (50.8 millimeters).
- c) The aggregate length of indications of IFD exceeds 8 percent of the weld length.

9.3.5 Internal concavity

Internal concavity (IC) is defined in 1.2.2.13 and is shown schematically in Figure 17. Any length of internal concavity is acceptable, provided the density of the radiographic image of the internal concavity does not exceed that of the thinnest adjacent base metal. For areas that exceed the density of the thinnest adjacent base metal, the criteria for burn-through (see 6.3.6) are applicable.

9.3.6 Burn-through

9.3.6.1 A burn-through (BT) is defined as a portion of the root bead where excessive penetration has caused the weld puddle to be blown into the pipe.

9.3.6.2 For pipe with an outside diameter greater than or equal to $2\frac{3}{8}$ inches (60.3 millimeters), a BT shall be unacceptable when any of the following conditions exists:

- | | |
|---|---|
| <p>a) Dimensi maksimum melebihi $\frac{1}{4}$ inci (6,35 mm) dan densitas dari bayangan BT melebihi dari pada densitas logam dasar yang berbatasan yang tertipis.</p> <p>b) Dimensi maksimum melebihi dari tebal dinding nominal tertipis yang disambung dan densitas dari bayangan BT melebihi dari densitas logam dasar yang berbatasan yang tertipis.</p> <p>c) Jumlah dimensi maksimum dari BT terpisah, yang densitas bayangnya melebihi dari densitas logam dasar berbatasan yang tertipis, melebihi $\frac{1}{2}$ inci (304,8 mm) pada setiap lasan kontinu dengan panjang 12 inci (304,8 mm) atau dari panjang lasan total, pilih yang lebih kecil.</p> | <p>a) The maximum dimension exceeds $\frac{1}{4}$ inch (6.35 millimeters) and the density of the BT's image exceeds that of the thinnest adjacent base metal.</p> <p>b) The maximum dimension exceeds the thinner of the nominal wall thicknesses joined, and the density of the BT's image exceeds that of the thinnest adjacent base metal.</p> <p>c) The sum of the maximum dimensions of separate BTs whose image density exceeds that of the thinnest adjacent base metal exceeds $\frac{1}{2}$ inch (12.7 millimeters) in any continuous 12-inch (304.8-millimeter) length of weld or the total weld length, whichever is less.</p> |
|---|---|

9.3.6.3 Untuk pipa dengan diameter luar kurang dari $2 \frac{3}{8}$ inci (60,35 mm), BT harus tidak diterima bila terdapat kondisi berikut :

- a) Dimensi maksimum lebih dari $\frac{1}{4}$ inci (6,35 mm) dan densitas dari bayangan BT melebihi dari densitas logam dasar yang berbatasan yang tertipis.
- b) Dimensi maksimum melebihi dari tebal dinding nominal tertipis yang disambung dan densitas bayangan BT melebihi dari pada densitas logam dasar yang berbatasan yang tertipis.
- c) Terdapat lebih dari satu BT dengan sebarang ukuran dan densitas dari lebih dari satu bayangan tersebut melebihi densitas logam dasar tertipis yang berbatasan.

9.3.6.3 For pipe with an outside diameter less than $2 \frac{3}{8}$ inches (60.3 millimeters), a BT shall be unacceptable when any of the following conditions exists:

- a) The maximum dimension exceeds $\frac{1}{4}$ inch (6.35 millimeters) and the density of the BT's image exceeds that of the thinnest adjacent base metal.
- b) The maximum dimension exceeds the thinner of the nominal wall thicknesses joined, and the density of the BT's image exceeds that of the thinnest adjacent base metal.
- c) More than one BT of any size is present and the density of more than one of the images exceeds that of the thinnest adjacent base metal.

9.3.8 Inklusi terak

9.3.8.1 Inklusi terak didefinisikan sebagai benda padat non-metalik yang terperangkap dalam logam lasan atau antara logam lasan dan logam pipa (logam dasar). Inklusi terak memanjang (ESIs) - misalnya, rangkaian terak berkesinambungan atau terputus-putus ataupun wagon trak - biasanya ditemukan dalam zone fusi. Inklusi terak terisolasi (ISIs)

9.3.8 Slag inclusions

9.3.8.1 A slag inclusion is defined as a nonmetallic solid entrapped in the weld metal or between the weld metal and the pipe metal. Elongated slag inclusions (ESIs) — e.g., continuous or broken slag lines or wagon tracks are usually found at the fusion zone. Isolated slag inclusions (ISIs) are irregularly shaped and may be located

berbentuk tidak beraturan dan dapat ditemukan di mana saja di dalam lasan. Untuk keperluan evaluasi, bila ukuran bayangan dalam radiografi terak diukur, maka dimensi maksimum bayangan itu dapat dianggap sebagai ukuran panjangnya.

9.3.8.2 Untuk pipa dengan diameter luar lebih besar atau sama dengan 2,375 inci (60,3 mm) inklusi terak harus dianggap sebagai cacat, bila terdapat kondisi berikut:

- a. Terindikasi panjang *ESI* lebih dari 2 inci (50 mm).

CATATAN indikasi *ESI* yang paralel dipisahkan kira-kira selebar *bead* akar (wagon trak) harus dianggap sebagai indikasi tunggal kecuali jika lebar dari salah satu indikasi melebihi $\frac{1}{32}$ in (0,8 mm). Dalam hal ini, indikasi tersebut harus dianggap terpisah.

- b. Terindikasi panjang agregat dari *ESI* melebihi 2 inci (50 mm) pada setiap panjang lasan kontinu 12 inci (300 mm).
- c. Terindikasi lebar dari *ESI* melebihi $\frac{1}{16}$ inci (1,6 mm).
- d. Terindikasi panjang agregat dari *ISI* melebihi $\frac{1}{2}$ inci (13 mm) pada setiap panjang lasan kontinu 12 in (300 mm).
- e. Terindikasi lebar dari *ISI* melebihi $\frac{1}{8}$ inci (3 mm).
- f. Terindikasi lebih dari empat *ISI* dengan lebar maksimum $\frac{1}{8}$ inci (3 mm) pada setiap panjang lasan kontinu 12 inci (300 mm).
- g. Terindikasi panjang agregat dari *ESI* dan *ISI* melebihi 8% dari panjang lasan keseluruhan.

9.3.8.3 Untuk pipa dengan diameter luar kurang dari 2,375 inci (60,3 mm) inklusi terak harus dianggap sebagai cacat, bila terdapat kondisi berikut

- a. Terindikasi panjang *ESI* melebihi 3 kali tebal dinding nominal paling tipis yang disambung.

CATATAN indikasi *ESI* yang paralel dipisahkan kira-kira selebar *bead* akar (wagon trak) harus dianggap sebagai indikasi tunggal, kecuali jika lebar dari salah satu indikasi melebihi $\frac{1}{32}$ in (0,8 mm). Dalam hal ini, indikasi tersebut harus dianggap sebagai

anywhere in the weld. For evaluation purposes, when the size of a radiographic indication of slag is measured, the indication's maximum dimension shall be considered its length.

9.3.8.2 For pipe with an outside diameter greater than or equal to 2.375 in. (60.3 mm), slag inclusions shall be considered a defect should any of the following conditions exist:

- a. The length of an *ESI* indication exceeds 2 in. (50 mm).

NOTE Parallel *ESI* indications separated by approximately the width of the root bead (wagon tracks) shall be considered a single indication unless the width of either of them exceeds $\frac{1}{32}$ in. (0.8 mm). In that event, they shall be considered separate indications.

- b. The aggregate length of *ESI* indications in any continuous 12 in. (300 mm) length of weld exceeds 2 in. (50 mm).
- c. The width of an *ESI* indication exceeds $\frac{1}{16}$ in. (1.6 mm).
- d. The aggregate length of *ISI* indications in any continuous 12 in. (300 mm) length of weld exceeds $\frac{1}{2}$ in. (13 mm).
- e. The width of an *ISI* indication exceeds $\frac{1}{8}$ in. (3 mm).
- f. More than four *ISI* indications with the maximum width of $\frac{1}{8}$ in. (3 mm) are present in any continuous 12 in. (300 mm) length of weld.
- g. The aggregate length of *ESI* and *ISI* indications exceeds 8% of the weld length.

9.3.8.3 For pipe with an outside diameter less than 2.375 in. (60.3 mm), slag inclusions shall be considered a defect should any of the following conditions exist:

- a. The length of an *ESI* indication exceeds three times the thinner of the nominal wall thicknesses joined.

NOTE Parallel *ESI* indications separated by approximately the width of the root bead (wagon tracks) shall be considered a single indication unless the width of either of them exceeds $\frac{1}{32}$ in. (0.8 mm). In that event, they shall be considered separate indications.

indikasi terpisah.

- b. Terindikasi lebar *ESI* melebihi $\frac{1}{16}$ inci (1,6 mm).
- c. Terindikasi panjang agregat dari *ISI* melebihi dua kali tebal dinding nominal tertipis yang disambung dan lebarnya melebihi setengah tebal dinding nominal tertipis yang disambung.
- d. Terindikasi panjang agregat dari *ESI* dan *ISI* melebihi 8 persen panjang lasan keseluruhan.

9.3.9 Porositas

9.3.9.1 Porositas didefinisikan sebagai gas yang terperangkap dalam logam lasan yang sedang membeku sebelum gas tersebut mendapat kesempatan naik kepermukaan cairan lasan dan melepaskan diri. Porositas biasanya sferis (berbentuk bola) tetapi mungkin juga berbentuk memanjang atau tidak teratur, misalnya porositas berbentuk pipa (*wormhole*). Bila ukuran dari indikasi radiografik yang dihasilkan oleh sebuah pori diukur, dimensi maksimum indikasi harus memenuhi kriteria yang diberikan pada 9.3.9.2 sampai dengan 9.3.9.4.

9.3.9.2 Porositas individual atau tersebar (*P*) harus dianggap sebagai cacat, bila terdapat kondisi berikut

- a. Ukuran pori individual, melebihi $\frac{1}{8}$ inci (3 mm).
- b. Ukuran pori individual, melebihi 25% dari tebal dinding nominal tertipis yang disambung.
- c. Distribusi dari pori tersebar (*scattered*) melebihi konsentrasi yang diizinkan oleh Gbr. 19 dan 20.

9.3.9.3 Porositas *cluster* (*CP*) yang terjadi pada sebarang *pass* kecuali *pass* akhir harus memenuhi kriteria pada 9.3.9.2. *PC* yang terjadi pada *pass* akhir harus dianggap sebagai cacat, bilamana terdapat kondisi berikut

- a) Diameter dari cluster melebihi $\frac{1}{2}$ inci (13 mm).
- b) Panjang agregat *CP* pada setiap lasan kontinu dengan panjang 12 inci (300 mm) melebihi $\frac{1}{2}$ inci (13 mm).

- b. The width of an *ESI* indication exceeds $\frac{1}{16}$ in. (1.6 mm).
- c. The aggregate length of *ISI* indications exceeds two times the thinner of the nominal wall thicknesses joined and the width exceeds one-half the thinner of the nominal wall thicknesses joined.
- d. The aggregate length of *ESI* and *ISI* indications exceeds 8 percent of the weld length.

9.3.9 Porosity

9.3.9.1 Porosity is defined as gas trapped by solidifying weld metal before the gas has a chance to rise to the surface of the molten puddle and escape. Porosity is generally spherical but may be elongated or irregular in shape, such as piping (*wormhole*) porosity. When the size of the radiographic indication produced by a pore is measured, the maximum dimension of the indication shall apply to the criteria given in 9.3.9.2 through 9.3.9.4.

9.3.9.2 Individual or scattered porosity (*P*) shall be considered a defect should any of the following conditions exist:

- a. The size of an individual pore exceeds $\frac{1}{8}$ in. (3 mm).
- b. The size of an individual pore exceeds 25 percent of the thinner of the nominal wall thicknesses joined.
- c. The distribution of scattered porosity exceeds the concentration permitted by Figure 19 or 20.

9.3.9.3 Cluster porosity (*CP*) that occurs in any *pass* except the finish *pass* shall comply with the criteria of 9.3.9.2. *CP* that occurs in the finish *pass* shall be considered a defect should any of the following conditions exist.

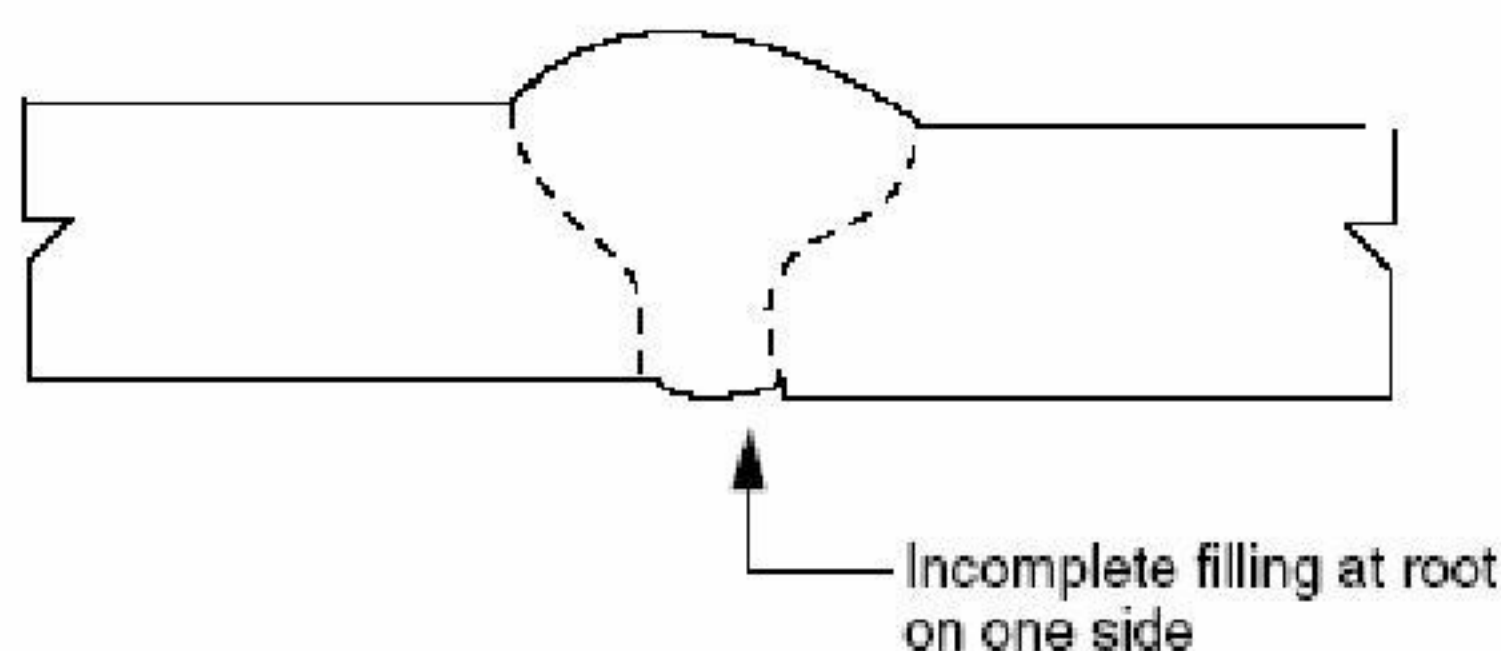
- a. The diameter of the cluster exceeds $\frac{1}{2}$ in. (13 mm).
- b. The aggregate length of *CP* in any continuous 12 in. (300 mm) length of weld exceeds $\frac{1}{2}$ in. (13 mm).

9.3.9.4 Porositas *hollow-bead* (*HB*) didefinisikan sebagai porositas linier memanjang yang terjadi pada pass akar. *Hollow-bead* (*HB*) harus tidak berterima bilamana terdapat kondisi berikut

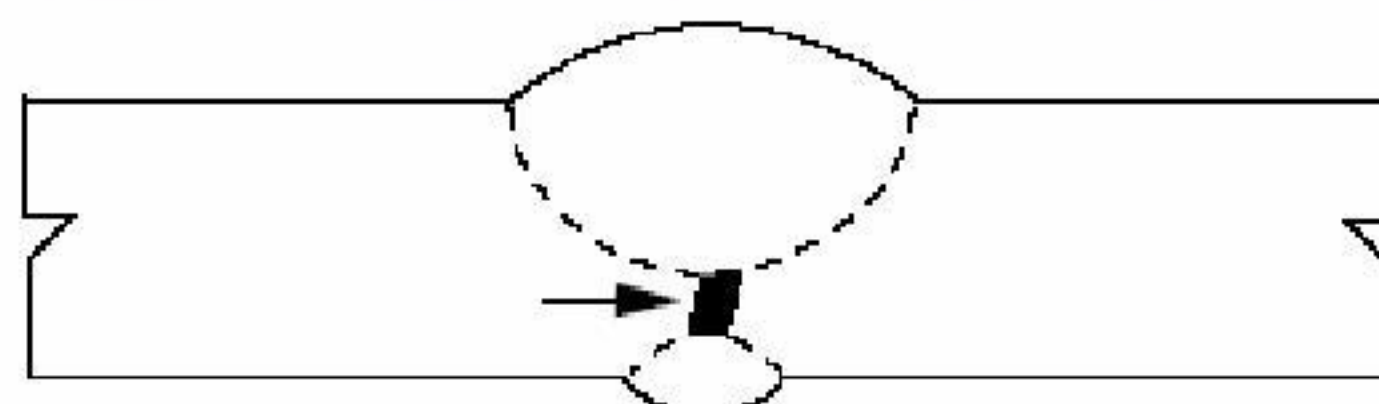
- Panjang indikasi individual *HB* melebihi $\frac{1}{2}$ inci (13 mm).
- Panjang agregat dari indikasi *HB* pada setiap lasan kontinu dengan panjang 12 in (300 mm) melebihi 2 inci (50 mm).
- Indikasi-indikasi *HB* individual yang masing-masing panjangnya melebihi $\frac{1}{4}$ in (6 mm), dipisahkan oleh jarak kurang dari 2 inci (50 mm).
- Panjang agregat dari seluruh indikasi *HB* melebihi 8% panjang lasan.

9.3.9.4 Hollow-bead porosity (*HB*) is defined as elongated linear porosity that occurs in the root pass. *HB* shall be considered a defect should any of the following conditions exist:

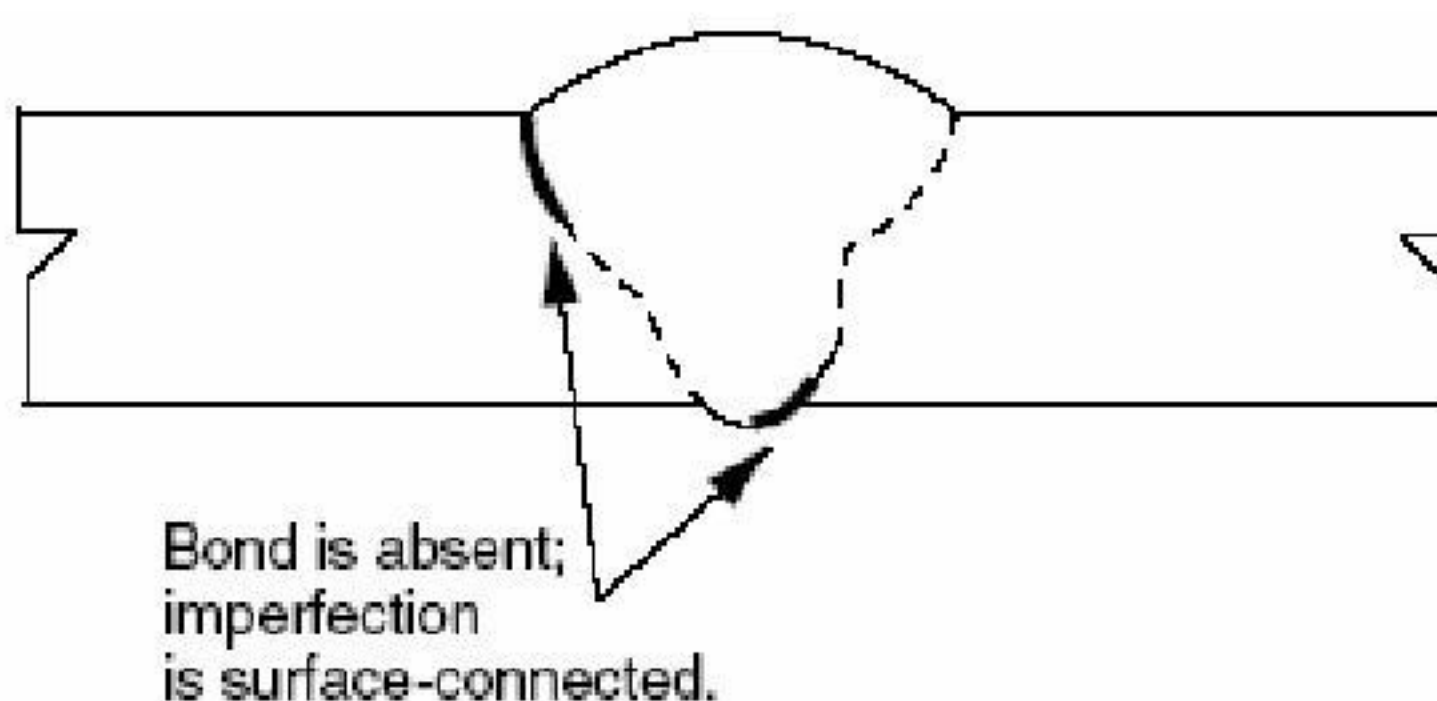
- The length of an individual indication of *HB* exceeds $\frac{1}{2}$ in. (13 mm).
- The aggregate length of indications of *HB* in any continuous 12 in. (300 mm) length of weld exceeds 2 in. (50 mm).
- Individual indications of *HB*, each greater than $\frac{1}{4}$ in. (6 mm) in length, are separated by less than 2 in. (50 mm).
- The aggregate length of all indications of *HB* exceeds 8 percent of the weld length.



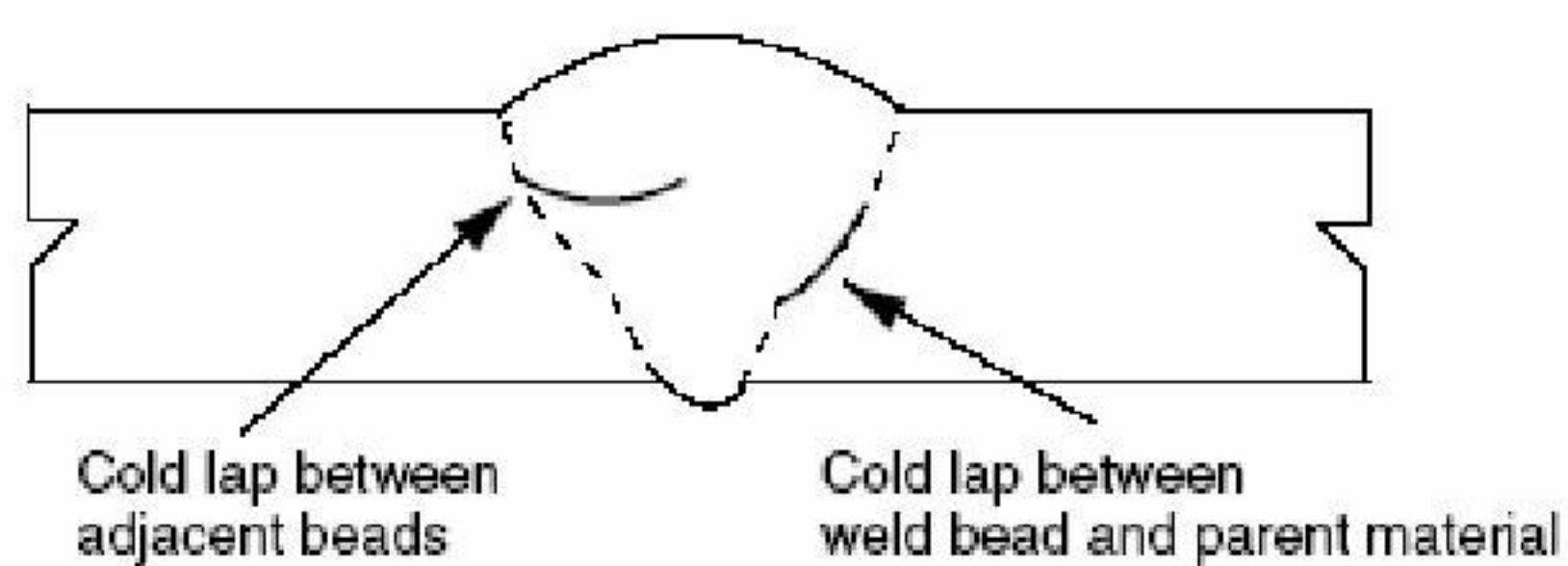
Gambar 14 Penetrasi kurang akibat high low (IPD)
Figure 14 Inadequate Penetration Due to High-low (IPD)



Gambar 15 Penetrasi simpang yang tidak memadai (ICP)
Figure 15 Inadequate Cross Penetration (ICP)

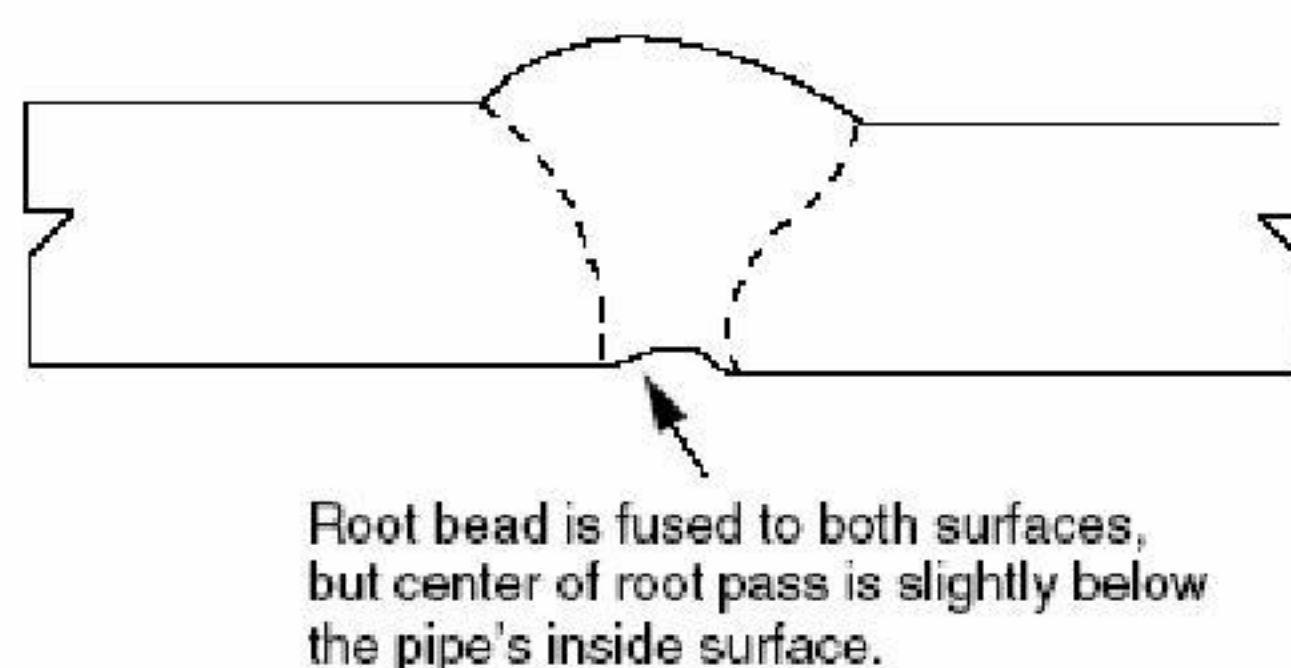


Gambar 16 Fusi Tak Lengkap Pada Akar Bead atau Puncak Sambungan (IF)
Figure 16 Incomplete Fusion at Root of Bead or Top of Joint (IF)

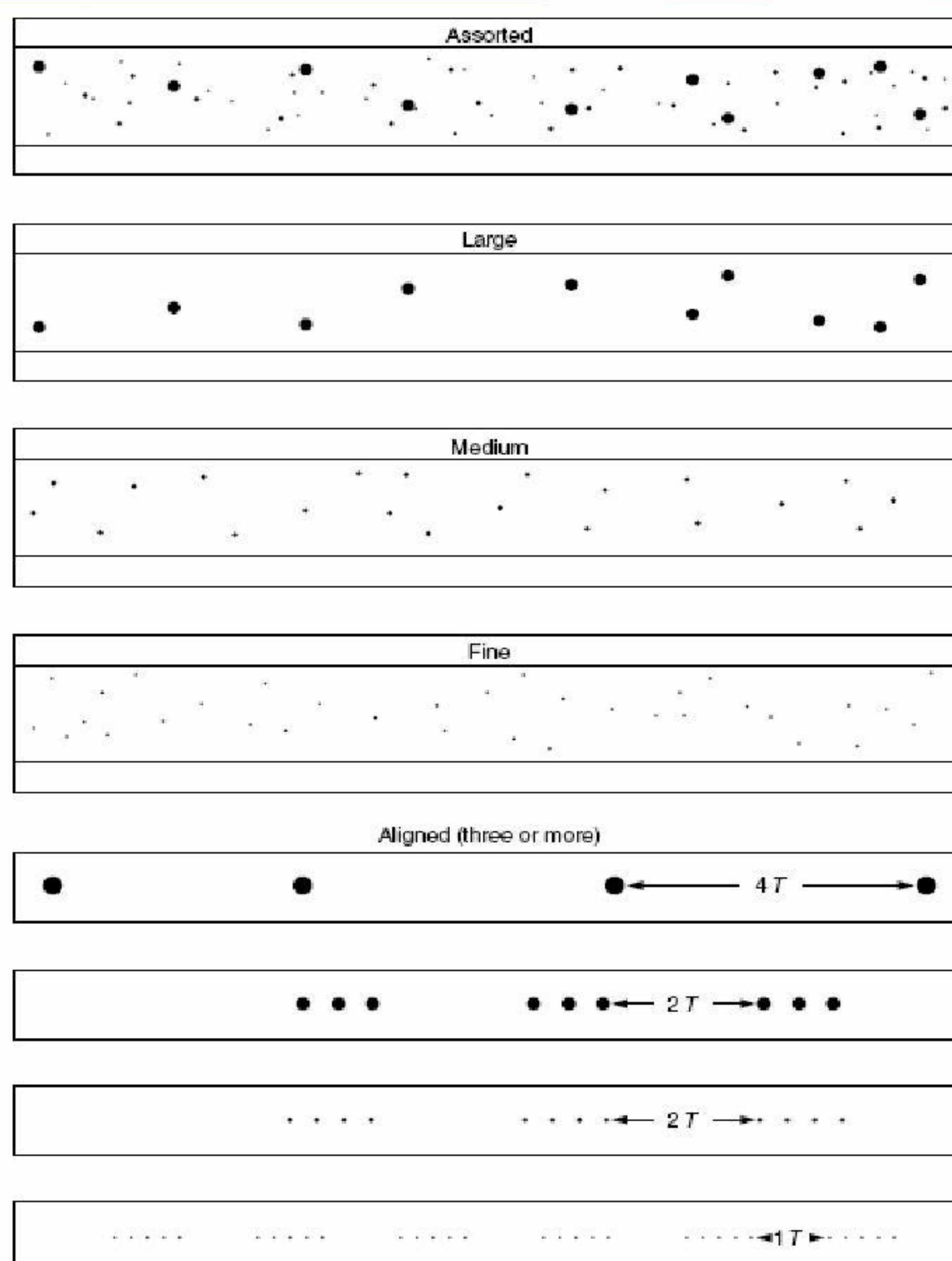


Note: The cold lap shown is not surface-connected.

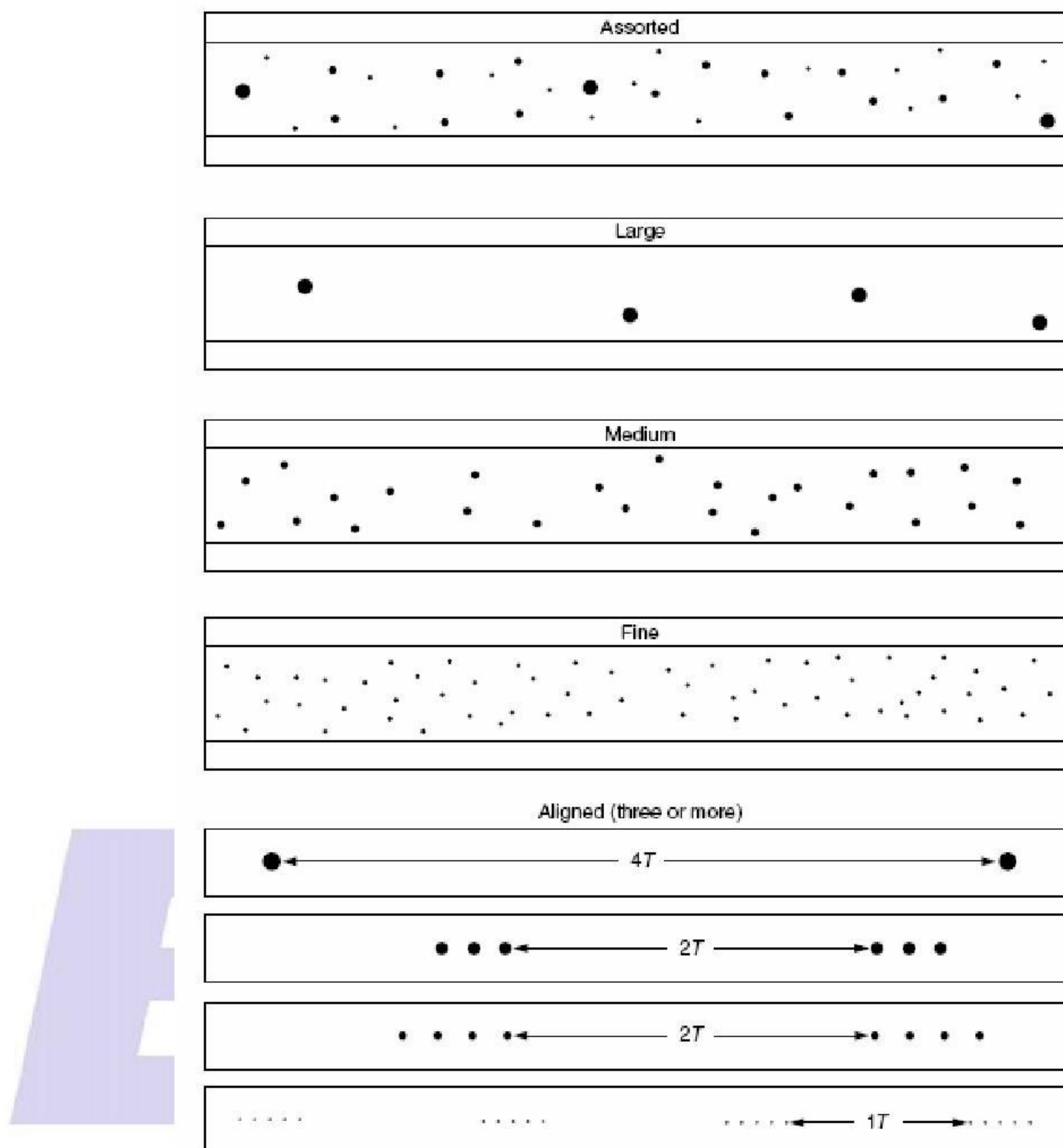
Gambar 17 Fusi Tak Lengkap Karena *Cold Lap* (IFD)
Figure 17 Incomplete Fusion Due to Cold Lap (IFD)



Gambar 18 Cekungan Internal (IC)
Figure 18 Internal Concavity (IC)



Gambar 19 Distribusi Maksimum Kantong Gas: Tebal Dinding Kurang Dari atau Sama Dengan 0,500 In. (12,7 mm)
Figure 19 Maximum Distribution of Gas Pockets: Wall Thicknesses Less Than or Equal to 0.500 In. (12.7 mm)



Gambar 20 Distribusi Maksimum Kantong Gas: Tebal Dinding Kurang dari atau Sama dengan 0,500 In. (12,7 mm)
Figure 20 Maximum Distribution of Gas Pockets: Wall Thicknesses Greater Than 0.500 In. (12.7 mm)

9.3.10 Retak

Retak (R) harus tidak berterima bilamana terdapat kondisi berikut

- Retak, dari sembarang ukuran atau lokasi pada lasan, tidak merupakan retak kawah dangkal (*shallow crater crack*) atau retak bintang (*star crack*).
- Retak adalah retak kawah dangkal atau retak bintang dengan panjang melebihi $\frac{5}{32}$ inci (3,96 mm)

CATATAN Retak kawah dangkal atau retak bintang terietak pada titik hentian bead lasan dan merupakan hasil dari kontraksi logam lasan selama pembekuan.

9.3.10 Cracks

Cracks (C) shall be unacceptable when any of the following conditions exists:

- The crack, of any size or location in the weld, is not a shallow crater crack or star crack.
- The crack is a shallow crater crack or star crack whose length exceeds $\frac{5}{32}$ inch (3.96 millimeters).

NOTE Shallow crater cracks or star cracks are located at the stopping point of weld beads and are the result of weld metal contractions during solidification.

9.3.11 Takik-las

Takik-las didefinisikan sebagai alur yang terjadi akibat melelehnya logam dasar yang berdekatan dengan tumit atau akar lasan dan yang tak terisi oleh logam lasan- Takik-las yang berdekatan dengan *cover pass* atau *root pass* tidak dapat diterima bilamana terdapat kondisi berikut :

- Panjang agregat indikasi *cover pass* dan *root pass* , dalam sembarang kombinasi, pada setiap lasan kontinu dengan panjang 12 inci (304,8 mm) melebihi 2 inci (50,8 mm).
- Panjang agregat indikasi *cover pass* dan *root pass* , dalam sembarang kombinasi, melebihi seper-enam panjang lasan.

CATATAN Lihat 6.7 untuk standar kelulusan takik-las bila pengukuran visual dan mekanis digunakan.

9.3.12 Akumulasi ketidaksempurnaan

Kecuali akumulasi penetrasi kurang tinggi rendah dan takik , setiap akumulasi ketidaksempurnaan, tidak dapat diterima bilamana terdapat kondisi berikut :

- Panjang agregat indikasi pada setiap lasan kontinyu dengan panjang 12 inci (304,8 mm) melebihi 2 inci (50,8 mm).
- Panjang agregat indikasi melebihi 8% panjang lasan.

9.3.13 Diskontinuitas pipa atau penyambung pipa

ketidaksempurnaan pada pipa atau penyambung pipa yang dideteksi dengan pengujian radiografi harus dilaporkan kepada perusahaan. Disposisinya harus dilakukan sebagaimana yang ditentukan oleh perusahaan.

9.4 Uji partikel magnetik

9.4.1 Klasifikasi indikasi

9.4.1.1 Indikasi yang dihasilkan oleh pengetesan partikel magnetik tidak harus

9.3.11 Undercutting

Undercutting is defined as a groove melted into the base metal adjacent to the toe or root of the weld and left unfilled by weld metal. Undercutting adjacent to the cover pass (EU) or root pass (IU) shall be unacceptable when any of the following conditions exists:

- The aggregate length of indications of EU and IU, in any combination, in any continuous 12-inch (304.8-millimeter) length of weld exceeds 2 inches (50.8 millimeters).
- The aggregate length of indications of EU and IU, in any combination, exceeds one-sixth of the weld length.

NOTE See 6.7 for acceptance standards for undercutting when visual and mechanical measurements are employed.

9.3.12 Accumulation of imperfections

Excluding incomplete penetration due to high-low and undercutting, any accumulation of imperfection (AI) shall be unacceptable when any of the following conditions exists:

- The aggregate length of indications in any continuous 12 inch (304.8-millimeter) length of weld exceeds 2 inches (50.8 millimeters).
- The aggregate length of indications exceeds 8 percent of the weld length.

9.3.13 Pipe or fitting imperfection

Imperfection in the pipe or fitting detected by radiographic testing shall be reported to the company. Their disposition shall be as directed by the company.

9.4 Magnetic particle testing

9.4.1 Classification of indications

9.4.1.1 Indications produced by magnetic particle testing are not necessarily

berupa ketidaksempurnaan. Variasi metalurgis dan magnetik mungkin menghasilkan indikasi yang serupa dengan indikasi ketidaksempurnaan tetapi indikasi itu tidak relevan terhadap penilaian kelulusan. Kriteria yang diberikan pada 9.4.1.2 dan 9.4.1.3 berlaku bila indikasi dievaluasi.

9.4.1.2 Setiap indikasi dengan dimensi maksimum $\frac{1}{16}$ inci (1,6 mm) atau kurang harus diklasifikasikan sebagai tidak relevan. Setiap indikasi yang lebih besar yang diyakini tidak relevan harus diperlakukan sebagai relevan sampai diperiksa ulang dengan metode partikel magnetik atau pengujian tak rusak lainnya untuk menentukan ada atau tidaknya ketidaksempurnaan aktual. Permukaan boleh digerinda atau diperbaiki kondisinya sebelum pemeriksaan ulang. Setelah suatu indikasi ditentukan sebagai tidak relevan, indikasi tidak relevan lainnya yang sejenis tidak perlu diperiksa ulang.

9.4.1.3 Indikasi relevan adalah indikasi yang disebabkan oleh ketidaksempurnaan. "Indikasi linier" adalah indikasi dengan panjang melebihi tiga kali lebarnya. "Indikasi bulatan" adalah indikasi dengan panjang tiga kali lebar atau kurang.

9.4.2 Standar penerimaan

Indikasi relevan harus dianggap sebagai cacat bilamana terdapat salah satu kondisi berikut:

- Indikasi linier dievaluasi sebagai retak kawah atau retak bintang dengan panjang melebihi $\frac{5}{32}$ inci (4 mm).
- Indikasi linier dievaluasi sebagai retak selain retak kawah atau retak bintang.
- Indikasi linier dievaluasi sebagai fusi tak komplet dan melebihi panjang total 1 inci (25mm) pada setiap lasan kontinu dengan panjang 12 inci (300mm) atau 8% panjang lasan.

Indikasi bulatan harus dievaluasi sesuai dengan kriteria pada 9.3.9.2 dan 9.3.9.3. Untuk maksud evaluasi, dimensi maksimum indikasi bulatan harus dipertimbangkan ukurannya.

imperfections. Magnetic and metallurgical variations may produce indications that are similar to those produced by imperfections but that are not relevant to acceptability. The criteria given in 9.4.1.2 and 9.4.1.3 apply when indications are evaluated.

9.4.1.2 Any indication with a maximum dimension of $\frac{1}{16}$ inch (1.6 millimeters) or less shall be classified as nonrelevant. Any larger indication believed to be nonrelevant shall be regarded as relevant until reexamined by magnetic particle or another nondestructive testing method to determine whether or not an actual imperfection exists. The surface may be ground or otherwise conditioned before reexamination. After an indication is determined to be nonrelevant, other nonrelevant indications of the same type need not be reexamined.

9.4.1.3 Relevant indications are those caused by imperfection. Linear indications are those in which the length is more than three times the width. Rounded indications are those in which the length is three times the width or less.

9.4.2 Acceptance standards

Relevant indications shall be considered defect should any of the following conditions exists:

- Linear indications evaluated as crater cracks or star cracks exceed $\frac{5}{32}$ inch (4 millimeters) in length.
- Linear indications are evaluated as cracks other than crater cracks or star cracks.
- Linear indications are evaluated as IF and exceed 1 inch (25 millimeters) in total length in a continuous 12-inch (300-millimeter) length of weld or 8 percent of the weld length.

Rounded indications shall be evaluated according to the criteria of 9.3.9.2 and 9.3.9.3, as applicable. For evaluation purposes, the maximum dimension of a rounded indication shall be considered its

CATATAN Bila ada keraguan tentang tipe ketidaksempurnaan yang diisyaratkan oleh suatu indikasi kebenarannya dapat diperoleh dengan menggunakan metode pengetesan nondestruktif lainnya.

9.4.3 Ketidaksempurnaan pada pipa atau penyambung pipa

ketidaksempurnaan pada pipa atau penyambung pipa yang dideteksi dengan pengujian partikel magnetik harus dilaporkan kepada perusahaan. Disposisinya harus dilakukan sebagaimana yang ditentukan oleh perusahaan.

9.5 Uji penetrasi cair

9.5.1 Klasifikasi indikasi

9.5.1.1 Indikasi yang dihasilkan dengan pengetesan penetrasi cair tidak harus berupa ketidaksempurnaan. Bekas pemesian, goresan, dan kondisi permukaan mungkin menghasilkan indikasi yang serupa dengan indikasi ketidaksempurnaan, tetapi indikasi itu tidak relevan terhadap kelulusan. Kriteria yang diberikan pada 9.5.1.2 dan 9.5.1.3 berlaku bila indikasi dievaluasi.

9.5.1.2 Setiap indikasi dengan dimensi maksimum $\frac{1}{16}$ in (2 mm) atau kurang harus diklasifikasikan sebagai tidak relevan. Setiap indikasi yang lebih besar yang diyakini tidak relevan harus diperlakukan sebagai relevan sampai diperiksa ulang dengan penetrasi cair atau pengetesan tidak rusak lainnya untuk menentukan ada atau tidaknya ketidaksempurnaan aktual.

Permukaan boleh digerinda atau diperbaiki kondisinya sebelum pemeriksaan ulang. Setelah suatu indikasi ditentukan sebagai tidak relevan, indikasi tidak relevan lainnya yang sejenis tidak perlu diperiksa ulang.

9.5.1.3 Indikasi relevan adalah indikasi yang disebabkan oleh ketidaksempurnaan. "Indikasi linier" adalah indikasi dengan panjang melebihi tiga kali lebar. "Indikasi bulatan" adalah indikasi dengan panjang tiga kali lebar atau kurang.

size.

NOTE When doubt exists about the type of imperfection being disclosed by an indication, verification may be obtained by using other nondestructive testing methods.

9.4.3 Pipe or fitting imperfections

Imperfections in the pipe or fittings detected by magnetic particle testing shall be reported to the company. Their disposition shall be as directed by the company.

9.5 Liquid penetrant testing

9.5.1 Classification of indications

9.5.1.1 Indications produced by liquid penetrant testing are not necessarily imperfections. Machining marks, scratches, and surface conditions may produce indications that are similar to those produced by imperfections but that are not relevant to acceptability. The criteria given in 9.5.1.2 and 9.5.1.3 apply when indications are evaluated.

9.5.1.2 Any indication with a maximum dimension of $\frac{1}{16}$ inch (2 millimeters) or less shall be classified as nonrelevant. Any larger indication believed to be nonrelevant shall be regarded as relevant until reexamined by liquid penetrant or another nondestructive testing method to determine whether or not an actual imperfection exists.

The surface may be ground or otherwise conditioned before re-examination. After an indication is determined to be nonrelevant, other nonrelevant indications of the same type need not be reexamined.

9.5.1.3 Relevant indications are those caused by imperfections. Linear indications are those in which the length is more than three times the width. Rounded indications are those in which the length is three times the width or less.

9.5.2 Standar penerimaan

Indikasi relevan harus dianggap sebagai cacat apabila terdapat salah satu kondisi berikut:

- Indikasi linier dievaluasi sebagai retak kawah atau retak bintang dengan panjang melebihi $\frac{5}{32}$ in (4 mm).
- Indikasi linier dievaluasi sebagai retak selain retak kawah atau retak bintang.
- Indikasi linier dievaluasi sebagai fusi tak komplet dan melebihi panjang total 1 in (25mm) pada setiap lasan kontinu dengan panjang 12 in (300 mm) atau 8% panjang lasan.

Indikasi bulatan harus dievaluasi sesuai dengan kriteria pada 9.3.9.2 dan 9.3.9.3. Untuk maksud evaluasi, dimensi maksimum indikasi bulatan harus dipertimbangkan ukurannya.

CATATAN Bila ada keraguan tentang tipe ketidaksempurnaan yang diisyaratkan oleh suatu indikasi, kebenarannya dapat diperoleh dengan menggunakan metode pengujian tidak rusak lainnya.

9.5.3 Ketidaksempurnaan pipa atau penyambung pipa

Ketidaksempurnaan pada pipa atau penyambung pipa yang dideteksi oleh pengujian penetran cair harus dilaporkan kepada perusahaan. Disposisinya harus dilakukan sebagaimana yang ditentukan oleh perusahaan.

9.6 Uji ultrasonic

9.6.1 Klasifikasi indikasi

9.6.1.1 Indikasi yang dihasilkan pengetesan ultrasonik tidak selalu cacat. Perubahan dalam geometri lasan karena offset kelurusan dari pertemuan ujung pipa, perubahan bentuk penguatan lasan dari akar ID dan pas capping OD, chamfer internal, dan konversi mode gelombang ultrasonik karena kondisi yang dapat menyebabkan indikasi geometrik yang sama dengan penyebab ketidaksempurnaan lasan tapi tidak relevan

9.5.2 Acceptance standards

Relevant indications shall be considered defects should any of the following conditions exists:

- Linear indications are evaluated as crater cracks or star cracks and exceed $\frac{5}{32}$ inch (4 millimeters) in length.
- Linear indications are evaluated as cracks other than crater cracks or star cracks.
- Linear indications are evaluated as IF and exceed 1 inch (25. millimeters) in total length in a continuous 12-inch (300-millimeter) length of weld or 8 percent of the weld length.

Rounded indications shall be evaluated according to the criteria of 9.3.9.2 and 9.3.9.3, as applicable. For evaluation purposes, the maximum dimension of rounded indication shall be considered its size.

NOTE When doubt exists about the type of imperfection being disclosed by an indication, verification may be obtained by using other nondestructive testing methods.

9.5.3 Pipe or fitting imperfections

Imperfection in the pipe or fittings detected by liquid penetrant testing shall be reported to the company. Their disposition shall be as directed by the company.

9.6 Ultrasonic testing

9.6.1 Classification of Indications

9.6.1.1 Indications produced by ultrasonic testing are not necessarily defects. Changes in the weld geometry due to alignment offset of abutting pipe ends, changes in weld reinforcement profile of I.D. root and O.D. capping passes, internal chamfering, and ultrasonic wave mode conversion due to such conditions may cause geometric indications that are similar to those caused by weld imperfections but

untuk diterima.

9.6.1.2 Indikasi linier didefinisikan sebagai indikasi dengan ukuran terbesarnya pada arah panjang lasan. Tipikal indikasi linier kemungkinan disebabkan oleh, tapi tidak terbatas pada, tipe dari ketidaksempurnaan berikut : penetrasi kurang tanpa high-low (PK), penetrasi kurang karena high-low (PKHL), penetrasi kurang menyeluruh (PKM), fusi tak sempurna (FTS), fusi tak sempurna karena cold lap (FTKCL), inklusi terak memanjang (XXX), retak (C), undercut berbatasan pada pas cover atau pas root, dan porosity hollow bead.

9.6.1.3 Indikasi melintang didefinisikan sebagai indikasi dengan ukuran terbesar potongan lasan. Tipikal indikasi melintang dapat disebabkan oleh, tapi tidak terbatas, tipe ketidaksempurnaan retak (C), inklusi terak terisolasi, dan fusi tak sempurna karena cold lap (FTKCL) disaat mulai dan berhenti pada pas lasan

9.6.1.4 Indikasi volumetrik didefinisikan sebagai indikasi tiga dimensi. Indikasi tersebut kemungkinan disebabkan oleh satu atau banyak inklusi, void atau porositas.

Void yang terisi sebagian, porositas, atau inklusi kecil pada mulai/berhenti tahap las dapat menyebabkan indikasi yang lebih besar pada arah melintang daripada arah memanjang lasa.

Tipikal indikasi volumetrik dapat disebabkan oleh, tapi tidak terbatas pada, tipe dari ketidaksempurnaan : cekungan internal (CI), burn-through (BT), inklusi terak terisolasi (ITT), porositas (P), dan kelompok porositas (KP)

9.6.1.5 Indikasi relevan yang disebabkan oleh ketidaksempurnaan. Indikasi relevan harus dievaluasi pada tingkat evaluasi yang diberikan pada butir 11.4.7 hingga standar penerimaan yang diberikan pada butir 9.6.2.

CATATAN Bila ada keraguan tentang tipe ketidaksempurnaan yang diisyaratkan oleh suatu indikasi, kebenarannya dapat diperoleh dengan menggunakan metode pengetesan nondestruktif lainnya.

that are not relevant to acceptability.

9.6.1.2 Linear indications are defined as indications with their greatest dimension in the weld length direction. Typical linear indications may be caused by, but are not limited to, the following types of imperfections: inadequate penetration without high-low (IP), inadequate penetration due to highlow (IPD), inadequate cross penetration (ICP), incomplete fusion (IF), incomplete fusion due to cold lap (IFD), elongated slag inclusion (ESI), cracks (C), undercutting adjacent to the cover pass (EU) or root pass (IU), and hollow bead porosity (HB).

9.6.1.3 Transverse indications are defined as indications with their greatest dimension across the weld. Typical transverse indications may be caused by, but are not limited, to the following types of imperfections: cracks (C), isolated slag inclusions (ISI), and incomplete fusion due to cold lap (IFD) at start/stops in the weld passes.

9.6.1.4 Volumetric indications are defined as three-dimensional indications. Such indications may be caused by single or multiple inclusions, voids, or pores. Partially-filled voids, pores, or small inclusions at start/stops in weld passes may cause larger indications in the transverse direction than in the weld length direction. Typical volumetric indications may be caused by, but are not limited to, the following types of imperfections: internal concavity (IC), burn-through (BT), isolated slag inclusions (ISI), porosity (P), and cluster porosity (CP).

9.6.1.5 Relevant indications are those caused by imperfections. Relevant indications shall be evaluated at the evaluation level given in 11.4.7 to the acceptance standards given in 9.6.2.

Note: When doubt exists about the type of imperfection being disclosed by an indication, verification may be obtained by using other nondestructive testing methods.

9.6.2 Standar kelulusan

9.6.2.1 Indikasi harus dianggap sebagai cacat bila kondisi dibawah ini ada :

- a. Indikasi yang ditentukan adalah crack (C)
- b. Indikasi individu dengan ukuran tinggi vertikal (tinggi dinding) ditentukan lebih besar dari seperempat dari tebal dinding.
- c. Berbagai Indikasi pada lokasi sama dengan ukuran yang dijumlah tinggi vertikal (melalui dinding) melebihi setengah tebal dinding.

9.6.2.2 Indikasi permukaan linier (PL), selain retak, diinterpretasikan terbuka sampai permukaan diameter dalam dan diameter luar harus dipertimbangkan sebagai cacat yang sesuai dengan kondisi dibawah ...

- a. panjang agregat dari indikasi PL dalam setiap panjang lasan 12 inch (300 mm) melebihi 1 inch (25 mm)
- b. Panjang agregat dari indikasi PL melebihi 8% panjang lasan.

9.6.2.3 Indikasi terbenam Linier (BL), selain retak yang diinterpretasikan sebagai subsurface dilasan dan tidak tersambung pada permukaan diameter dalam atau permukaan diameter luar harus dipertimbangkan sebagai cacat yang sesuai dengan kondisi dibawah

- a. Panjang agregat dari indikasi BL dalam setiap panjang lasan 12 inch (300 mm) melebihi 2 inch (50 mm)
- b. Panjang agregat dari indikasi BL melebihi 8% panjang lasan.

9.6.2.4 Indikasi melintang (M), selain retak, harus dipertimbangkan sebagai volumetrik dan dievaluasi menggunakan kriteria untuk indikasi volumetrik. Huruf M harus digunakan untuk pelaporan indikasi melintang.

9.6.2.5 Indikasi kelompok volumetrik (KV) harus dipertimbangkan sebagai cacat jika ukuran maksimum dari indikasi KV melebihi ½ inch (13 mm).

9.6.2 Acceptance Standards

9.6.2.1 Indications shall be considered defects should any of the following conditions exist:

- a. Indications determined to be cracks (C).
- b. Individual indications with a vertical height (through-wall) dimension determined to be greater than one quarter of the wall thickness.
- c. Multiple indications at the same circumferential location with a summed vertical height (through-wall) dimension exceeding one half the wall thickness.

9.6.2.2 Linear surface (LS) indications (other than cracks) interpreted to be open to the I.D. or O.D. surface shall be considered defects should any of the following conditions exist:

- a. The aggregate length of LS indications in any continuous 12 in. (300 mm) length of weld exceeds 1 in. (25 mm).
- b. The aggregate length of LS Indications exceeds 8% of the weld length.

9.6.2.3 Linear buried (LB) indications (other than cracks) interpreted to be subsurface within the weld and not I.D. or O.D. surface-connected shall be considered defects should any of the following conditions exist:

- a. The aggregate length of LB indications in any continuous 12 in. (300 mm) length of weld exceeds 2 in. (50 mm).
- b. The aggregate length of LB indications exceeds 8% of the weld length.

9.6.2.4 Transverse (T) indications (other than cracks) shall be considered volumetric and evaluated using the criteria for volumetric indications. The letter T shall be used to designate all reported transverse indications.

9.6.2.5 Volumetric cluster (VC) indications shall be considered defects when the maximum dimension of VC indications exceeds 1/2 in. (13 mm).

9.6.2.6 Indikasi individu volumetrik (IV) harus dipertimbangkan sebagai cacat jika ukuran maksimum dari indikasi IV melebihi 1/8 inch (3 mm).

9.6.2.7 Indikasi akar volumetrik (AV) diinterpretasikan harus dipertimbangkan sebagai cacat dari kondisi berikut :

- Ukuran maksimum dari indikasi AV melebihi 1/4 inch (6 mm) atau tebal dinding nominal, mana yang lebih kecil.
- Total panjang dari indikasi AV melebihi 1/2 inch (13 mm) dalam setiap panjang kontinu 12 inch (300 mm).

9.6.2.8 Setiap akumulasi dari indikasi relevan (AIR) harus dipertimbangkan sebagai sebuah cacat jika kondisi dibawah terjadi :

- Panjang agregat dari indikasi diatas tingkat evaluasi melebihi 2 inch (50 mm) dalam setiap 12 inch (300 mm) panjang lasan.
- Panjang agregat dari indikasi diatas tingkat evaluasi melebihi 8% dari panjang lasan.

9.6.3 Ketidaktepatan pada pipa atau fitting

Ketidaktepatan lainnya pada pipa atau riting yang dideteksi oleh tes ultrasonik harus dilaporkan kepada perusahaan. Disposisi diskontinuitas tersebut dengan reparasi atau penghilangan (removal) harus sebagaimana yang ditentukan oleh perusahaan

9.7 Standar berterima visual untuk takik-las (undercutting)

9.7.1 Umum

Takik-las didefinisikan pada 9.3.11. Standar kelulusan pada 9.7.2 merupakan suplemen tetapi tidak menggantikan persyaratan inspeksi visual yang terdapat pada Bab lainnya dalam standar ini.

9.7.2 Standar berterima

9.6.2.6 Volumetric individual (VI) indications shall be considered defects when the maximum dimension of VI indications exceeds 1/8 in. (3 mm).

9.6.2.7 Volumetric root (VR) indications interpreted to be open to the I.D. surface shall be considered defects should any of the following conditions exist:

- The maximum dimension of VR indications exceeds 1/4 in. (6 mm) or the nominal wall thickness, whichever is less.
- The total length of VR indications exceeds 1/2 in. (13 mm) in any continuous 12 in. (300 mm) length.

9.6.2.8 Any accumulation of relevant indications (AR) shall be considered a defect when any of the following conditions exist:

- The aggregate length of indications above evaluation level exceeds 2 in. (50 mm) in any 12 in. (300 mm) length of weld.
- The aggregate length of indications above evaluation level exceeds 8% of the weld length.

9.6.3 Pipe or Fitting Imperfections

Imperfections in the pipe or fittings detected by ultrasonic testing shall be reported to the company. Their disposition shall be as directed by the company.

9.7 Visual acceptance standards for undercutting

9.7.1 General

Undercutting is defined in 9.3.11. The acceptance standards in 9.7.2 supplement but do not replace visual inspection requirements found elsewhere in this standard.

9.7.2 Acceptance standards

Bila cara visual dan mekanis digunakan untuk menentukan kedalaman, takik-las yang berdekatan dengan cover bead atau root bead harus tidak melebihi dimensi yang diberikan pada Tabel 4. Bila pengukuran mekanis dan radiografik keduanya tersedia, maka pengukuran mekanis yang harus menentukan.

When visual and mechanical means are used to determine depth, undercutting adjacent to the cover or root bead shall not exceed the dimensions given in Table 4. When both mechanical and radiographic measurements are available, the mechanical measurements shall govern.

Tabel 4 Dimensi tarik-las maksimum *Maximum dimensions of undercutting*

Kedalaman <i>Depth</i>	Panjang <i>Length</i>
$> \frac{1}{32}$ in (0,79 mm) atau $> 12,5\%$ tebal dinding pipa, pilih yang terkecil $> \frac{1}{32}$ inch (0.79 millimeter) or $> 12.5\%$ of pipe wall thickness, whichever is smaller	<p>Tidak berterima Not acceptable</p> <p>2 in (50,8 mm) pada setiap lasan kontinu dengan panjang 12 in (304,8 mm) atau $\frac{1}{6}$ panjang lasan, pilih yang terkecil 2 inches (50.8 millimeters) in a continuous 12 - inch (304.8 millimeter) weld length or $\frac{1}{6}$ the weld length, whichever is smaller</p>
$> \frac{1}{64}$ in (0,4 mm) atau $> 6\% - 12,5\%$ tebal dinding pipa, pilih yang terkecil $> \frac{1}{64}$ inch (0.4 millimeter) or $> 6\% - 12.5\%$ of pipe wall thickness, whichever is smaller	<p>Berterima tanpa memperhatikan panjang Acceptable regardless of length</p>
$\leq \frac{1}{64}$ in (0,4 mm) atau 6% tebal dinding pipa, pilih yang terkecil $\leq \frac{1}{64}$ inch (0.4 millimeter) or $< 6\%$ of pipe wall thickness, whichever is smaller	

10 Reparasi dan penghilangan cacat

10 Repair and removal of defects

10.1 Kewenangan untuk reparasi

10.1 Authorization for repair

10.1.1 Retak

10.1.1 Cracks

Lasan yang retak harus dipotong/dihilangkan dari saluran pipa kecuali diizinkan oleh butir 9.3.10 atau jika reparasi diizinkan oleh perusahaan.

Cracked welds shall be removed from the line unless permitted by 9.3.10 or when the repair is authorized by the company.

Retak boleh direparasi asalkan panjang retak kurang dari 8% dari panjang lasan dan prosedur reparasi yang terqualifikasi digunakan.

Cracks may be repaired provided the length of the crack is less than 8% of the weld length and a qualified repair welding procedure is used.

10.1.2 Cacat selain retak

10.1.2 Defects other than cracks

Cacat pada root dan filler beads boleh direparasi dengan persetujuan perusahaan terlebih dahulu.

Defects in the root and filler beads may be repaired with prior company authorization. Defects in the cover pass may be repaired without prior company authorization. A qualified repair welding procedure is required to be used whenever a repair is made to a weld using a process different

Cacat pada pass penutup boleh direparasi tanpa terlebih dahulu mendapat persetujuan perusahaan.

Prosedur pengelasan reparasi terqualifikasi

dibutuhkan untuk digunakan bilamana suatu reparasi dilakukan pada lasan menggunakan proses yang berbeda dari proses yang digunakan membuat lasan asli atau jika reparasi dibuat pada area reparasi sebelumnya.

10.2 Prosedur reparasi

Jika suatu prosedur pengelasan reparasi disyaratkan, prosedur harus ditetapkan dan dikualifikasi untuk melihat bahwa suatu lasan dapat sesuai dengan sifat mekanikal dan kemulusan dapat dihasilkan. Ditentukan oleh uji destructive dan tipe dan jumlah tes harus atas perseyujuan perusahaan. Prosedur reparasi, minimal harus meliputi dibawah ini :

10.2.1 Metode pencarian dari cacat

10.2.2 Metode penghilangan cacat

10.2.3 Galur yang direparasi harus diperiksa untuk mengkonfirmasi penghilangan dari cacat.

10.2.4 Persyaratan prapanas dan perlakuan panas interpass.

10.2.5 Proses pengelasan dan informasi spesifikasi lainnya yang terdapat pada butir 5.3.2.

10.2.6 Persyaratan untuk pengetesan nondestructive interpass.

10.3 Kriteria penerimaan

10.3.1 Area yang direparasi harus diinspeksi dengan cara yang sama seperti yang digunakan sebelumnya. Jika perusahaan yang menghendaki, lasan yang mengandung reparasi boleh diinspeksi dengan cara sama seperti yang diizinkan untuk inspeksi lasan produksi (lihat 8.1 dan 8.2). Reparasi harus memenuhi standard penerimaan dari Seksi 9.

10.4 Supervisi

10.4.1 Reparasi harus dibuat dibawah

from that used to make the original weld or when repairs are made in a previously repaired area.

10.2 Repair Procedure

When a repair welding procedure is required, the procedure shall be established and qualified to demonstrate that a weld with suitable mechanical properties and soundness can be produced. This shall be determined by destructive testing and the type and number of such tests shall be at the discretion of the company. The repair procedure, as a minimum, shall include the following :

10.2.1 Method of exploration of the defect.

10.2.2 Method of defect removal.

10.2.3 The repair groove shall be examined to confirm complete removal of the defect.

10.2.4 Requirements for preheat and interpass heat treatment.

10.2.5 Welding processes and other specification information contained in 5.3.2.

10.2.6 Requirement for interpass nondestructive testing.

10.3 Acceptance Criteria

10.3.1 Repaired areas shall be inspected by the same means previously used. If the company chooses, it may re inspect all of a weld containing a repair in the same manner allowed for inspection of any production weld (see 8.1 and 8.2). Repairs shall meet the standards of acceptability of Section 9.

10.4 Supervision

10.4.1 The repair shall be made under the

supervisi dari teknisi berpengalaman dalam teknis reparasi las.

supervision of a technician experienced in repair welding techniques.

10.5 Juru las

10.5 Welder

10.5.1 Las harus dibuat oleh juru las yang telah berkualifikasi.

10.5.1 The weld shall be made by a qualified welder.

11 Prosedur pengetesan nondestruktif

11 Procedures for nondestructive testing

11.1 Metode tes radiografik

11.1 Radiographic test methods

11.1.1 Umum

11.1.1 General

Sub-Bab 11.1 memberikan persyaratan-persyaratan untuk memproduksi bayangan radiografik pada film atau media lain melalui penggunaan X-ray atau gamma-ray. Suatu prosedur terinci untuk memproduksi bayangan harus ditetapkan dan direkod. Film radiografik yang diproduksi dengan menggunakan prosedur ini harus mempunyai densitas (lihat 11.1.10), kejernihan (clarity) dan kontras sebagaimana yang disyaratkan oleh standar ini. Bayangan yang diproduksi dengan sistem lain harus mempunyai sensitivitas yang diperlukan untuk menentukan secara jelas lubang esensial dari *image quality indicator* (IQI). Kriteria berikut harus digunakan untuk mengevaluasi bayangan :

Subsection 11.1 presents the requirements for producing radiographic images on film or other media through the use of x-rays or gamma rays. A detailed procedure for the production of images shall be established and recorded. Radiographic film produced by the use of this procedure shall have the density (see 11.1.10), clarity, and contrast required by this standard. Images produced by other systems shall have the requisite sensitivity to define clearly the essential wire diameter of the proper image quality indicator (IQI). The following criteria shall be used to evaluate images:

- Kualitas bayangan yang berterima adalah bayangan yang bebas dari fog (kabut) dan dari kesalahan pemrosesan yang dapat menutupi bayangan ketidaksempurnaan aktual.
- Level sensitivitas yang disepakati (contractual).
- Sistem identifikasi yang memuaskan.
- Teknik dan penyetelan (setup) yang berterima.
- Kompatibilitas (kesesuaian) dengan standar kelulusan.

- An acceptable image quality that is free from fog and from processing irregularities that could mask the image of actual imperfections.
- The prescribed image quality indicator (IQI) and the essential wire diameter.
- A satisfactory identification system.
- An acceptable technique and setup.
- Compatibility with acceptance standards

Semua persyaratan yang berkenaan dengan kualitas dari bayangan yang dihasilkan harus berlaku sama untuk X-ray dan gamma-ray. Penggunaan inspeksi radiografik dan frekuensi penggunaannya harus sesuai dengan kehendak perusahaan.

All requirements that refer to the quality of the resulting images shall apply equally to x-rays and gamma rays. The use of radiographic inspection and the frequency of its use shall be at the option of the company.

Perusahaan dan kontraktor radiografik hendaknya menyetujui prosedur atau

The company and the radiographic contractor should agree on the

prosedur-prosedur radiografik yang akan digunakan sebelum performan dari radiografi produksi. Perusahaan harus mensyaratkan kontraktor untuk mendemonstrasikan bahwa prosedur radiografik yang diajukannya akan menghasilkan bayangan yang berterima dan kontraktor diharuskan menggunakan prosedur sesuai dengan yang digunakan pada radiografi produksi.

11.1.2 Detail prosedur

11.1.2.1 Umum

Detail dari setiap prosedur radiografik harus direkod. Salinan rekod harus diberikan kepada perusahaan untuk keperluan dokumentasi. Rekod boleh dalam bentuk tulisan, sketsa atau keduanya. Setiap prosedur minimum harus mencantumkan detail yang sesuai yang tercantum pada 11.1.2.2 dan 11.1.2.3.

11.1.2.2 Radiografi film

Prosedur untuk radiografi-film minimum harus mencakup detail berikut

- a) Sumber radiasi---tipe sumber radiasi, ukuran sumber efektif atau focal spot dan rating voltage dari peralatan X - ray.
- b) Intensifying screen---tipe, dan penempatan screen dan, jika timbel digunakan, ketebalan screen tersebut.
- c) Film--nama dagang atau tipe atau keduanya dan jumlah frame dalam kemasan atau kaset. Untuk teknik film multipel, cara bagaimana film akan diamati harus dispesifikasikan.
- d) Geometri eksposur---apakah eksposur dinding-tunggal untuk pengamatan dinding-tunggal (EDT/PDT), eksposur dinding-ganda untuk pengamatan dinding-tunggal (EDG/PDT) ataupun exposure dinding-ganda untuk pengamatan dinding-ganda (EDG/PDG); jarak dari sumber atau focal spot ke film; posist relatif dari film, lasan, sumber, penetrometer, dan interval atau markah referensi; dan jumlah eksposur yang diperlukan untuk radiografi lasan komplit.
- e) Kondisi eksposur---apakah miliamper

radiographic procedure or procedures to be used prior to the performance of production radiography. The company shall require the contractor to demonstrate that the proposed procedures produce acceptable images and shall require the contractor to use such procedures for production radiography.

11.1.2 Details of procedure

11.1.2.1 General

The details of each radiographic procedure shall be recorded. A copy of the record shall be furnished to the company for its records. The record may be in the form of writing, a sketch, or both. As a minimum, each procedure shall include the applicable details listed in 11.1.2.2 and 11.1.2.3.

11.1.2.2 Film radiography

As a minimum, the procedure for film radiography shall include the following details:

- a. Radiation source—the type of radiation source, the size of the effective source or focal spot, and the voltage rating of the x-ray equipment.
- b. Intensifying screens—the type and placement of the screens and, if lead is used, their thickness
- c. Film—the film brand or type or both and the number of film in the holder or cassette. For multiple-film techniques, the way in which the film is to be viewed shall be specified.
- d. Exposure geometry—whether single-wall exposure for single-wall viewing (SWE/SWV), double-wall exposure for single-wall viewing (DWE/SWV), or double-wall exposure for double-wall viewing (DWE/DWV); the distance from the source or focal spot to the film; the relative positions of the film, weld, source, image quality indicators (IQI), and interval or reference markers; and the number of exposures required for radiography of a complete weld.
- e. Exposure conditions—whether

atau curie menit, voltage X - ray atau voltage dan amperage input, serta waktu eksposur.

- f) Pemrosesan---apakah otomatis atau manual; waktu dan suhu untuk development dan waktu untuk stop bath atau pencucian, fixing dan pembersihan akhir; dan detail pengeringan.
- g) Material---tipe dan rentang tebal material yang sesuai dengan prosedur tersebut.
- h) image quality indicator (IQI)---tipe, material, identifikasi ASTM atau ISO set, dan diameter kawat esensial.
- i) Pelindung panas---material, ketebalan, dan jarak dari sisi film pelindung panas ke permukaan pipa.

11.1.2.3 Media penayangan lain

Prosedur radiografi yang menggunakan media penayang selain film minimum harus mencantumkan detail berikut :

- a) Sumber radiasi tipe sumber radiasi, ukuran sumber efektif atau *focal spot* dan rating voltase peralatan X - ray.
- b) Sistem pengumpulan bayangan yang digunakan.
- c) Sistem pemrosesan bayangan yang digunakan.
- d) Sistem pengamatan bayangan yang digunakan
- e) Sistem penyimpanan bayangan yang digunakan
- f) Geometri eksposur---apakah EDT/PDT, EDG/PDT atau EDG/PDG; apakah dalam tayangan bergerak atau tetap; kecepatan scanning untuk tayangan bergerak; jarak dari sumber atau focal spot ke permukaan film; posisi relatif permukaan film, lasan, sumber, image quality indicator (IQI), dan interval atau markah referensi; jumlah magnifikasi geometri; total magnifikasi digunakan untuk pandangan serta jumlah bayangan yang diperlukan untuk radiografi lasan komplut.
- g) Kondisi eksposur---apakah miliamper atau curie menit, voltase X - ray, atau voltase dan amperase input serta waktu exposure.

milliampere or curie minutes, the x-ray voltage or the input voltage and amperage, and the exposure time.

- f. Processing---whether automatic or manual; the time and temperature for development and the time for stop bath or rinsing, fixing, and washing; and drying details.
- g. Materials---the type and thickness range of material for which the procedure is suitable.
- h. Image quality indicators (IQI)---the type of material, identifying ASTM or ISO set, and essential wire diameter.
- i. Heat shields---material, thickness, and the distance from the film side of the heat shield to the pipe surface

11.1.2.3 Other imaging media

As a minimum, the procedure for radiography using imaging media other than film shall include the following details:

- a) Radiation source the type of radiation source, the size of the effective source or focal spot, and the voltage rating of the X-ray equipment.
- b) The image collection system used.
- c) The image processing system used.
- d) The image viewing system used.
- e) The image storage system used.
- f) Exposure geometry---whether SWE / SWV, DWE/SWV, or DWE/DWV; whether in motion or still imaging; the scanning speed for in motion imaging; the distance from the source or focal spot to the imager surface; the relative positions of the imager surface, weld, source, image quality indicator (IQI), and the intervals or reference markers; the amount of geometric magnification; the total magnification used for viewing; and the number of images required for radiography of a complete weld
- g) Exposure conditions---whether milli ampere or curie minutes, the X-ray voltage or the input voltage and amperage, and when applicable, the exposure time.

- h) Material---tipe dan rentang tebal material yang sesuai dengan prosedur tersebut.
- i) Image quality indicator (IQI)— ---tipe material, identifikasi ASTM atau ISO, dan diameter kawat esensial.
- j) Pelindung panas---material, ketebalan, dan jarak dari sisi bayangan pelindung panas ke permukaan pipa.

11.1.3 Geometri paparan

11.1.3.1 Film Radiografi

Bila sumber radiografi diletakkan ditengah bagian dalam pipa untuk menyinari lasan butt, sekali paparan mencukupi untuk inspeksi radiografi seluruh lasan (EDT/PDT). Bila sumber radiografi diletakkan di luar pipa tetapi tidak melebihi $\frac{1}{2}$ inci (13 mm) dari permukaan lasan, sekurang-kurangnya tiga paparan yang terpisah 120 derajat satu dan lainnya harus dibuat untuk inspeksi radiografi seluruh lasan (EDT/PDT). Bila sumber radiografi diletakkan di luar pipa dan melebihi $\frac{1}{2}$ in (13 mm) dari permukaan lasan, sekurang-kurangnya empat paparan yang terpisah 90 derajat satu dan lainnya harus dibuat untuk inspeksi radiografi seluruh lasan (EDG/PDG). Bila perpipaian yang dilas dengan diameter $3\frac{1}{2}$ inci (88,9 mm) atau kurang, suatu prosedur (EDG/PDG) boleh digunakan. Bila prosedur ini digunakan dan berkas radiasi disimpangkan sedemikian rupa sehingga porsi lasan pada sisi sumber dan sisi-film tidak *overlap* pada area radiografi yang sedang dievaluasi, harus dibuat sekurang-kurangnya dua paparan yang terpisah 90 derajat satu dan lainnya untuk inspeksi radiografi seluruh lasan . Bila porsi sisi-sumber dan sisi-film dari lasan bertumpangan (superimposed), sekurang-kurangnya tiga paparan yang terpisah 60 derajat satu dan lainnya harus dibuat untuk inspeksi radiografi seluruh lasan .

Bila pipa dengan diameter lebih kecil dan dinding lebih tebal diradiografi, paparan tambahan hendaknya dibuat untuk meminimumkan distorsi dari bayangan ketidaksempurnaan pada ujung-ujung radiograf.

- h) Materials---the type and thickness range of material for which the procedure is suitable.
- i.) Image quality indicators (IQI)—the type of material, identifying ASTM or ISO set, and essential wire diameter.
- j) Heat shields---material, thickness and the distance from the imaging side of the heat shield to the pipe surface.

11.1.3 Exposure geometry

11.1.3.1 Film radiography

When a radiographic source is centered in the pipe for exposing a butt weld, one exposure is adequate for the radiographic inspection of the complete weld (SWE/SWV). When the radiographic source is outside but not more than $\frac{1}{2}$ in. (13 mm) from the weld surface, at least three exposures separated by 120° shall be made for the radiographic inspection of a complete weld (DWE/SWV). When the radiographic source is outside and more than $\frac{1}{2}$ in. (13 mm) from the weld surface, at least four exposures separated by 90° shall be made

for the radiographic inspection of a complete weld (DWE/SWV). When the outside diameter of the piping containing the weld is 3.500 in. (88.9 mm) or less, a DWE/DWV procedure may be used. When this procedure is used and the radiation beam is offset so that the source-side and film-side

portions of the weld do not overlap in the areas of the radiograph being evaluated, at least two exposures separated by 90° shall be made for the radiographic inspection of a complete weld. When the source-side and film-side portions of the weld are superimposed, at least three exposures separated by 60° shall be made for the radiographic inspection of a complete weld.

When smaller diameter, thicker wall pipe is radiographed, additional exposures should be made to minimize the distortion of imperfection images at the ends of the radiographs.

Jarak minimum antara sumber atau focal spot dan sisi-sumber dari obyek yang sedang diradiografi harus ditentukan dengan rumus berikut (dengan menggunakan unit konstan dari pengukuran).

$$D=St/k$$

Dimana:

D = Jarak minimum, dalam inci, antara sumber atau focal spot dan sisi sumber dari obyek yang diradiografi.

S = Ukuran, dalam inci, dari sumber efektif atau focal spot.

t = Tebal lasan, dalam inci, termasuk tonjolan lasan, plus jarak antara sisi film dari lasan dan film.

k = Ketidaktajaman (unsharpness) akibat posisi geometri.

Bilamana t ditentukan untuk prosedur PDT/ADT dan EDG/PDT, tebal dinding tunggal dan tonjolan lasannya harus digunakan. Bilamana t ditentukan untuk prosedur PDG/ADG, diameter luar lasan (yaitu, diameter luar pipa plus dua kali tinggi rata-rata tonjolan las) harus digunakan. Normalnya, k adalah 0,02 in (0,5 mm) untuk material yang ketebalannya kurang dari atau sama dengan 2 in (50,8 mm).

11.1.3.2 Media penayangan (imaging) lain.

Untuk penayangan bergerak, paparan geometri harus dievaluasi pada kecepatan scanning maksimum yang akan digunakan selama inspeksi radiografi seluruh lasan.

11.1.4 Jenis *Image quality indicators* (IQI)

Image quality indicators (IQI) harus sesuai dengan persyaratan ASTM E 747 atau kawat IQI ISO 1027. Perusahaan harus menentukan jenis IQI mana (ASTM atau ISO) yang akan digunakan. IQI harus dibuat dari material, yang ditinjau dari segi radiografi, serupa dengan material yang sedang dilas.

The minimum distance between the source or focal spot and the source side of the object being radiographed shall be determined by the following formula (using constant units of measurement):

$$D=St/k$$

Where

D = minimum distance, in inches, between the source or focal spot and the source side of the object being radiographed,

S = size, in inches, of the effective source or focal spot,

t = thickness of the weld, in inches, including reinforcement, plus the distance between the film side of the weld and the film,

k = geometric unsharpness factor.

When t is determined for SWE/SWV and DWE/SWV procedures, the thickness of the single wall and its weld reinforcement shall be used. When t is determined for DWE/DWV procedures, the outside diameter of the weld (that is, the outside diameter of the pipe plus twice the average height of the weld crown) shall be used. k is defined as 0.02 in. (0.5mm) for material with a thickness of less than or equal to 2.000 in. (50.8 mm).

11.1.3.2 Other imaging media

For in motion imaging, the exposure geometry shall be evaluated at the maximum scanning speed to be used during the radiographic inspection of the complete weld.

11.1.4 Type of *Image quality indicators* (IQI)

Image quality indicators (IQI) shall conform to the requirements of either ASTM E 747 or ISO 1027 wire IQI. The company shall define which type of IQI (ASTM or ISO) is to be used. The IQI shall be made of a material that is radiographically similar to the material being welded.

11.1.5 Pemilihan *Image Quality Indicators* (IQI)

IQI harus terdiri dari enam kawat berurutan untuk tipe kawat ASTM E747 atau tujuh kawat berurutan untuk tipe kawat ISO, disusun berdasarkan kenaikan diameter.

Diameter kawat esensial yang digunakan, didasarkan pada tebal dari las yang diperlihatkan pada Tabel 5 untuk IQI tipe kawat ASTM E747 dan Tabel 6 untuk IQI tipe kawat ISO. Pada pilihan kontraktor radiografi, diameter kawat IQI yang lebih kecil dari pada yang ditentukan di atas boleh digunakan, asalkan persyaratan sensitivitas radiografi diperoleh.

Catatan: Untuk tujuan pemilihan IQI, tebal las harus nominal tebal dinding rata-rata ditambah penguat las (gabungan internal dan eksternal).

Bayangan radiografi dari IQI mengidentifikasi nomor *style* dan *set letter* ASTM atau penunjukkan ISO harus tampak jelas. Bayangan diameter kawat esensial harus tampak jelas menyilang pada daerah diperhatikan.

11.1.6 Penempatan dari *Image Quality Indicator* (IQI)

11.1.6.1 Film

IQI harus ditempatkan sebagai berikut:

- a) Bila suatu lasan lengkap diradiografi dalam paparan tunggal dengan menggunakan sumber didalam perpipaian, harus digunakan sekurang-kurangnya empat IQI yang diletakkan menyilang dengan lasan dan dipisahkan kira-kira berjarak sama sekeliling lingkaran. Untuk prosedur PDG/ADG, sebuah IQI harus ditempatkan pada sisi sumber pipa dan menyilang dengan lasan sehingga bayangan kawat esensial bertumpangan pada bayangan lasan. Untuk prosedur PDG/ADT atau PDT/ADT yang memerlukan paparan multipel untuk inspeksi lasan lengkap, dan di mana panjang film yang akan diinterpretasi lebih dari 5 inci (130 milimeter), harus digunakan dua IQI yang

11.1.5 Selection of *Image Quality Indicators* (IQI)

The IQI shall consist of either a series of six (6) wires for ASTM E747 wire type or a series of seven (7) wires for ISO wire type IQI, arranged in order of increasing diameter. The essential wire diameter to be used, based on the thickness of the weld is shown in Table 5 for ASTM E 747 wire type IQI and Table 6 for ISO wire type IQI. At the radiographic contractor's option, smaller wire diameter IQI than those specified above may be used, provided the required radiographic sensitivity is obtained.

Note: For purposes of IQI selection, the thickness of the weld shall mean nominal wall thickness plus the weld reinforcement (internal plus external combined).

The radiographic images of the IQI identifying style number and ASTM set letter or ISO designation shall appear clearly. The image of the essential wire diameter shall appear clearly across the entire area of interest.

11.1.6 Placement of *Image Quality Indicators* (IQI)

11.1.6.1 Film

The IQI shall be placed as follows:

- a. When a complete weld is radiographed in a single exposure using a source inside the piping, at least four IQI placed across the weld and spaced approximately equally around the circumference shall be used. For the DWE/DWV procedure, one IQI shall be placed on the source side of the pipe and across the weld so that the essential wire image is superimposed onto the weld images. For the DWE/SWV or SWE/SWV procedures requiring multiple exposures for complete inspection of the weld, and where the length of film to be interpreted is greater than 5 in. (130 mm), two IQI placed across the weld and located on the film side shall be used. One shall be within 1 in. (25 mm) of the

ditempatkan menyilang dengan lasan dan dilokasikan pada sisi film. Satu harus berada 1 inci (25 milimeter) dari ujung panjang film yang hendak diinterpretasi dan IQI lainnya harus ditempatkan pada pusat film. Bila film yang hendak diinterpretasi panjangnya 5 inci (130 milimeter) atau kurang, satu IQI meter harus ditempatkan pada sisi film, sejajar dengan lasan dan dilokasikan pada pusat panjang film yang hendak diinterpretasi. Bila lasan sudah direparasi diradiografi ulang, sekurang-kurangnya satu IQI harus ditempatkan menyilang dengan setiap area yang direparasi.

- b) Bila tidak praktis untuk menempatkan IQI pada lasan karena konfigurasi atau ukuran las, IQI boleh ditempatkan pada blok terpisah. Blok terpisah harus terbuat dari bahan yang sama atau mirip secara radiografi dan boleh digunakan untuk penempatan IQI. Ketebalan dari bahan blok terpisah sebaiknya sama dengan tebal las.
- c) Pelindung panas: IQI boleh ditempatkan pada pelindung panas dari pada bersentuhan dengan pipa, asalkan penerimaan penempatan IQI seperti ini didemonstrasikan pada kualifikasi prosedur.

11.1.6.2 Media penayangan lain

Untuk media penayangan selain dari film, penempatan IQI harus sama dengan seperti yang disyaratkan oleh butir 11.1.6.1. IQI boleh ditempatkan di atas permukaan pipa atau ditempatkan pada posisi antara permukaan pipa dan film (imager) oleh pengikat yang ditautkan pada imager atau piranti scanning. Penerimaan penempatan IQI seperti ini harus didemonstrasikan pada kualifikasi prosedur.

11.1.7 Radiografi produksi

Hanya radiografer Level II atau III yang berwenang menginterpretasi bayangan radiografi dari lasan produksi. Radiografer harus membuat laporan kepada perusahaan semua cacat yang diobservasi pada bayangan kecuali jika perusahaan meminta semua ketidaksempurnaannya yang

end of the film length to be interpreted and the other shall be at the center of the film. When the film length to be interpreted is 5 in. (130 mm) or less, one IQI shall be placed on the film side, across the weld and located at the center of the length to be interpreted. When a repaired weld is radiographed, an additional IQI shall be placed across each repaired area.

- b. When it is not practical to place an IQI on the weld due to weld configuration or size, the IQI may be placed on a separate block. Separate blocks shall be made of the same or radiographically similar material and may be used to facilitate IQI positioning. The thickness of the separate block material should be the same as the thickness of the weld.
- c. Heat shields: IQI may be placed on a heat shield rather than in contact with the pipe, provided that the acceptability of such IQI placement is demonstrated during procedure qualification.

11.1.6.2 Other Imaging Media

For imaging media other than film, IQI placement shall be the same as that required by 11.1.6.1. The IQI may be placed above the surface of the pipe or held in position between the surface of the pipe and the imager by a fixture attached to the imager or scanning device. Acceptability of such IQI placement shall be demonstrated during procedure qualification.

11.1.7 Production Radiography

Only Level II or III radiographers shall interpret the radiographic images of production welds. Radiographers shall report to the company all defects observed in the images unless the company requires that all imperfections observed be reported. The radiographer shall indicate whether the

diobservasi dilaporkan. Radiografer harus menunjukkan apakah lasan memenuhi persyaratan Bab 9. Perusahaan harus menentukan disposisi akhir dari lasan.

11.1.8 Identifikasi bayangan

Bayangan harus diidentifikasi secara jelas dengan menggunakan nomor dan huruf dari timbal, marka atau identifikasi lain sedemikian rupa sehingga lasan yang semestinya dan ketidaksempurnaan apapun yang terdapat di dalamnya dapat diketahui secara cepat dan akurat. Perusahaan boleh menspesifikasikan prosedur identifikasi yang akan digunakan.

Bilamana lebih dari satu bayangan digunakan untuk menginspeksi lasan, marka identifikasi harus terlihat pada setiap bayangan, dan bayangan-bayangan yang berbatasan harus overlap. Marka referensi terakhir pada setiap ujung bayangan harus muncul pada bayangan yang berdekatan di dalam batas-batas yang ditetapkan sehingga tidak ada bagian lasan yang hilang.

11.1.9 Penyimpanan film dan media lain

11.1.9.1 Film

Semua film yang tidak terpapar harus disimpan di tempat yang kering dan bersih dimana kondisinya tidak akan mempengaruhi rusaknya emulsi. Jika ada pertanyaan tentang kondisi film yang tidak terekspos, lembaran (sheet) depan dan belakang dari setiap kemasan atau satu panjang film yang sama dengan keliling lingkaran dari setiap roll orisinil harus diproses dengan cara yang normal tanpa memaparkan pada sinar atau radiasi. Jika film yang diproses memperlihatkan kabut seluruh kemasan atau roll dari mana film tes diambil harus dimusnahkan, kecuali jika tes tambahan membuktikan bahwa sisa film di dalam kemasan atau roll itu bebas dari prapemaparan fog melebihi 0,30 H&D transmitted density untuk film *transparent-based*, atau 0,05 H & D reflected density untuk film *opaque-based*.

CATATAN H & D mengacu pada metode Hurter-Driffield dari penentuan kehitaman

weld meets the requirements of Section 9. The company shall determine the final disposition of the weld.

11.1.8 Identification of Images

Images shall be clearly identified by the use of lead numbers, lead letters, markers, or other identification so that the proper weld and any imperfections in it can be quickly and accurately located. The company may specify the identification procedure to be used.

Whenever more than one image is used to inspect a weld, identification markers shall appear on each image, and adjacent images shall overlap. The last reference marker on each end of the image shall appear on the appropriate adjacent images in a way that establishes that no part of the weld has been omitted.

11.1.9 Storage of Film and Other Imaging Media

11.1.9.1 Film

All unexposed films shall be stored in a clean, dry place where the conditions will not detrimentally affect the emulsion. If any question arises about the condition of the unexposed film, sheets from the front and back of each package or a length of film equal to the circumference of each original roll shall be processed in the normal manner without exposure to light or radiation. If the processed film shows fog, the entire box or roll from which the test film was removed shall be discarded, unless additional tests prove that the remaining film in the box or roll is free from pre-exposure fog exceeding 0.30 H&D transmitted density for transparent-based film or 0.05 H&D reflected density for opaque-based film.

Note: H&D refers to the Hurter-Driffield method of defining quantitative

kuantitatif pada film.

blackening of the film.

11.1.9.2 Media penayangan lain

11.1.9.2 Other Imaging Media

Media penayangan selain dari film harus disimpan secara ketat sesuai dengan rekomendasi dari pamanufaktur.

Imaging media other than film shall be stored in strict accordance with the manufacturer's recommendations.

Tabel 5 - Tebal lasan versus diameter IQI tipe kawat ASTM E747
Table 5 – Weld thickness versus diameter of ASTM E 747 wire type IQI

Weld Thickness		Essential Wire Diameter		ASTM Set Letter
Inches	Millimeters	Inches	Millimeters	
0 – 0.250	0 – 6.4	0.008	0.20	A
> 0.250 – 0.375	> 6.4 – 9.5	0.010	0.25	A or B
> 0.375 – 0.500	> 9.5 – 12.7	0.013	0.33	B
> 0.500 – 0.750	> 12.7 – 19.1	0.016	0.41	B
> 0.750 – 1.000	> 19.1 – 25.4	0.020	0.51	B
> 1.000 – 2.000	> 25.4 – 50.8	0.025	0.64	B

Tabel 6 - Tebal lasan versus diameter IQI tipe kawat ISO
Table 6—Weld Thickness Versus Diameter of ISO Wire Type IQI

Weld Thickness		Essential Wire Diameter		Wire Identity
Inches	Millimeters	Inches	Millimeters	
0 – 0.250	0 – 6.4	0.008	0.20	13
> 0.250 – 0.375	> 6.4 – 9.5	0.010	0.25	12
> 0.375 – 0.500	> 9.5 – 12.7	0.013	0.33	11
> 0.500 – 0.750	> 12.7 – 19.1	0.016	0.41	10
> 0.750 – 1.000	> 19.1 – 25.4	0.020	0.51	9
> 1.000 – 2.000	> 25.4 – 50.8	0.025	0.64	8

11.1.10 Densitas film

11.1.10 Film Density

11.1.10.1 Densitas film

11.1.10.1 Film Density

Kecuali untuk area kecil yang dilokalisasi disebabkan oleh konfigurasi lasan tidak-teratur, densitas H&D yang ditransmit dalam area diperhatikan film berdasarkan-

Except for small localized areas caused by irregular weld configurations, the transmitted H&D density in the area of

transparan harus tidak kurang dari 1,8 atau tidak lebih besar dari 4,0. Densitas H&D yang direfleksikan untuk film berdasarkan-opaque harus tidak kurang dari 0,5 atau tidak lebih besar dari 1,5. Densitas H&D ditransmit melalui area dilokasi kecil yang dilokalisasi boleh melebihi batas ini; meskipun demikian, densitas minimum harus tidak kurang dari 1,5 dan densitas maksimum harus tidak melebihi 4,2; densitas H&D yang direfleksikan harus tidak kurang dari 0,25 dan harus tidak melebihi 1,8.

11.1.10.2 Alat pembaca film

Peralatan pembaca (illuminator) haruslah dari tipe intensitas tinggi dan mampu menampilkan densitas film dalam rentang yang dispesifikasi dalam butir 11.1.10.1. Illuminator ini harus diberi perlengkapan untuk mencegah cahaya, yang datang dari sekeliling tepi luar film radiografi atau melalui bagian densitas rendah film radiografi, agar tidak mengganggu interpretasi.

11.1.10.3 Fasilitas pembaca film

Fasilitas pembaca harus memberikan penerangan latar-belakang rendah dari intensitas yang tidak akan menyebabkan gangguan refleksi, bayangan atau silau pada film radiografi.

11.1.11 Pemrosesan bayangan

Bila diminta oleh perusahaan, film atau media penayangan lain harus diproses, ditangani dan disimpan sedemikian rupa sehingga bayangan dapat diinterpretasi sekurang-kurangnya 3 tahun sejak diproduksi.

11.1.12 Area pemrosesan bayangan

Area pemrosesan bayangan dan semua perlengkapannya harus selalu dalam keadaan bersih.

11.1.13 Proteksi radiasi

Radiografer harus bertanggung jawab untuk melindungi dan memantau setiap personal yang bekerja dengan atau berada didekat sumber radiasi. Perlindungan dan

interest of transparent-based film shall not be less than 1.8 nor greater than 4.0. The reflected H&D density for opaque-based film shall not be less than 0.5 nor greater than 1.5. Transmitted H&D densities through small localized areas may exceed these limits; however, minimum densities shall not be less than 1.5 and maximum densities shall not exceed 4.2; reflected H&D density shall not be less than 0.25 and shall not exceed 1.8.

11.1.10.2 Film Viewing Equipment

The viewing equipment (illuminator) shall be of the variable high intensity type and shall be capable of viewing film densities within the range specified in 11.1.10.1. It shall be equipped to prevent light, coming from around the outer edge of the radiograph or through low density portions of the radiograph, from interfering with interpretations.

11.1.10.3 Film Viewing Facilities

Viewing facilities shall provide subdued background lighting of an intensity that will not cause troublesome reflections, shadows, or glare on the radiograph.

11.1.11 Image Processing

When requested by the company, film or other imaging media shall be processed, handled, and stored so that the images are interpretable for at least 3 years after they are produced.

11.1.12 Image Processing Area

The image processing area and all accessories shall be kept clean at all times.

11.1.13 Radiation Protection

The radiographer shall be responsible for the protection and monitoring of every person working with or near radiation sources. The protection

pemantauan harus memenuhi peraturan dari instansi yang berwenang.

and monitoring shall comply with applicable federal, state, and local regulations.

11.2 Metode uji partikel magnetik

Bila pengujian partikel magnetik dispesifikasikan oleh perusahaan, prosedur tertulis dan detail untuk pengujian partikel magnetik harus ditetapkan yang memenuhi atau melebihi persyaratan ASTM E. 709. Perusahaan dan kontraktor Uji Tak Rusak hendaknya menyetujui prosedur atau prosedur-prosedur pengujian partikel magnetik sebelum unjuk kerja atau pengujian produksi.

Perusahaan harus mewajibkan kontraktor untuk mendemonstrasikan bahwa prosedur yang diusulkan akan membuahkan hasil berterima dan harus mewajibkan kontraktor menggunakan prosedur tersebut untuk pengujian produksi.

11.2 Magnetic particle test method

When magnetic particle testing is specified by the company, a detailed written procedure for magnetic particle testing shall be established that meets the requirements of ASTM E 709. The company and the nondestructive testing contractor should agree on the magnetic particle testing procedure or procedures before the performance or production testing.

The company shall require the contractor to demonstrate that the proposed procedures will produce acceptable results and shall require the contractor to use such procedures for production testing.

11.3 Metode uji penetran cair

Bila pengujian penetran cair dispesifikasi oleh perusahaan, prosedur tertulis dan detail harus ditetapkan yang memenuhi atau melebihi persyaratan ASTM E.165. Perusahaan dan kontraktor Uji tak rusak hendaknya prosedur atau prosedur-prosedur pengujian penetran cair sebelum unjuk kerja atau pengujian produksi.

Perusahaan harus mewajibkan kontraktor untuk mendemonstrasikan bahwa prosedur yang diusulkan akan membuahkan hasil berterima dan harus mewajibkan kontraktor menggunakan prosedur tersebut untuk pengujian produksi.

11.3 Liquid penetrant test method

When liquid penetrant testing is specified by the company, a detailed written procedure for liquid penetrant testing shall be established that meets the requirements of ASTM E 165. The company and the nondestructive testing contractor should agree on the liquid penetrant testing procedure or procedures before the performance of production testing.

The company shall require the contractor to demonstrate that the proposed procedures will produce acceptable results and shall require the contractor to use such procedures for production testing.

11.4 Metoda uji ultrasonik

11.4.1 Umum

Bila pengujian ultrasonik dispesifikasikan oleh perusahaan untuk inspeksi dari dan/atau las butt melingkar, persyaratan dari Bab ini harus diaplikasikan. Perosedur detail untuk kegunaan dari teknik ultrasonik individu harus ditetapkan dan direkam. Penggunaan uji

11.4 Ultrasonic Test Methods

11.4.1 General

When ultrasonic testing is specified by the company for the inspection of new and/or in-service circumferential butt welds, the requirements of this section shall apply. A detailed procedure for use of the individual ultrasonic techniques shall be established

ultrasonik dan lingkup dari pengujian ini harus didasarkan pada pilihan perusahaan.

Perusahaan dan kontraktor ultrasonik hendaknya menyetujui prosedur pengujian ultrasonik sebelum unjuk kerja atau pengujian produksi. Perusahaan harus mewajibkan kontraktor untuk mendemonstrasikan bahwa prosedur yang diusulkan akan memberikan hasil berterima dan hasil yang akurat serta harus mewajibkan kontraktor menggunakan prosedur tersebut untuk pengetesan produksi.

Perhatian yang disarankan ketika metoda ini diaplikasikan pada pelaksanaan inspeksi las karena adanya potensial dari material pipa dan ketidaksempurnaan permukaan yang dapat mempengaruhi penggunaan teknik ultrasonik.

Semua permukaan yang akan discan dengan ultrasonik harus dalam kondisi tidak terlapisi. Untuk proyek konstruksi baru, *cutback coating* (kedua ujung pipa tidak dilapisi) pada kedua ujung pipa untuk scanning ultrasonik seharusnya dispesifikkan sebelum pipa dilapisi. *Seam* pipa seharusnya digerinda rata dengan permukaan pipa dengan jarak sesuai kebutuhan untuk scanning ultrasonik.

11.4.2 detail prosedur

11.4.2.1 Umum

Detail dari setiap prosedur ultrasonik harus direkam. Salinan dari rekam harus diberikan kepada perusahaan untuk rekaman. Rekaman harus dalam bentuk tulisan dan skets. Setiap prosedur minimum harus termasuk detail sesuai dengan yang tercatum pada 11.4.2.2.

11.4.2.2 Prosedur ultrasonik

Prosedur ultrasonik las harus termasuk detail aplikasi spesifik minimum dibawah ini:

- Tipe las yang akan diuji, dimensi persiapan sambungan dan proses pengelasan.
- Tipe material (contoh, ukuran, grade, tebal,

and recorded. The use of ultrasonic testing and the scope of its use shall be at the option of the company.

The company and the ultrasonic contractor should agree on the ultrasonic procedures before the performance of production testing. The company shall require the ultrasonic contractor to demonstrate the proposed procedures to produce acceptable and accurate results and shall require the contractor to use such procedures for production testing.

Caution is advised when this method is applied to in-service weld inspection due to potential parent material and surface imperfections that can interfere with the use of the ultrasonic technique.

All surfaces to be ultrasonically scanned shall be in the uncoated condition. For new construction projects, the coating cutback (bare pipe length) at pipe ends necessary for ultrasonic scanning should be specified prior to the pipe being coated. Pipe seams should be ground flush with the pipe surface for the distance necessary for ultrasonic scanning.

11.4.2 Details of Procedure

11.4.2.1 General

The details of each ultrasonic procedure shall be recorded. A copy of the record shall be furnished to the company for its records. The record shall be in the form of both writing and sketches. As a minimum, each procedure shall include the applicable details listed in 11.4.2.2.

11.4.2.2 Ultrasonic Procedure

As a minimum the procedure for ultrasonic testing of welds shall include the following specific application details:

- Type of welds to be tested, joint preparation dimensions and welding processes.
- Material type (i.e., size, grade,

proses manufaktur sesuai API Spec 5L).

- c. Persiapan/kondisi permukaan scanning.
- d. Tahapan pemeriksaan yang akan dilaksanakan.
- e. Instrumen/sistem ultrasonik dan probe (contoh: pamanufaktur, tipe, ukuran, dll)
- f. Otomatis atau manual
- g. Kuplan
- h. Teknik pengujian :

- 1. Sudut
- 2. Frekuensi (MHz)
- 3. Temperatur dan rentang
- 4. Pola scanning dan kecepatan
- 5. Referensi data dan lokasi marka (contoh: muka akar dan lokasi melingkar).

i. Standar referensi – detail sketsa memperlihatkan tinjauan rencana dan tinjauan dimensi penampang dari material produksi blok standar referensi serta semua reflektor referensi.

j. Persyaratan kalibrasi – interval kalibrasi instrumen atau sistem yang dibutuhkan, urutan set-up kalibrasi sebelum inspeksi las dilaksanakan, termasuk semua blok standar kalibrasi yang akan digunakan, referensi sensitivitas reflektor yang akan digunakan, referensi pengaturan tingkat sensitivitas (contoh : DAC atau TCG), dan interval untuk verifikasi pengaturan kalibrasi.

k. Level scanning – pengaturan sensitivitas dalam decibels (dB) ditambahkan pada referensi sensitivitas untuk scanning.

l. Level evaluasi – dibutuhkan level dan tinggi gema terdeteksi selama scanning untuk evaluasi lebih lanjut, serta penyetelan sensitivitas yang dilakukan sebelum mengevaluasi untuk menerima atau menolak.

m. Hasil rekaman – tipe rekam (contoh; sketsa, cetakan, cakram padat, dll) dan apakah semua reflektor atau hanya reflektor tidak berterima yang akan direkam.

n. Laporan pemeriksaan ultrasonik – contoh laporan pemeriksaan

thickness, process of manufacturing per API Spec 5L).

- c. Scanning surface preparation/condition.
- d. Stage at which examination is to be performed.
- e. Ultrasonic instrument/system and probes (i.e., manufacturer, type, size, etc.).
- f. Automatic or manual.
- g. Couplant.
- h. Testing technique:

- 1. Angles.
- 2. Frequencies (MHz).
- 3. Temperatures and ranges.
- 4. Scanning patterns and speeds.
- 5. Reference datum and location markers (i.e., root face and circumferential locations).

i. Reference standards—detail sketches showing plan-view and cross-section-view dimensions of production-material reference-standard blocks and all reference reflectors.

j. Calibration requirements—the interval at which calibration of the instrument or system is required, the sequence of set-up calibration prior to inspecting welds, including all standard calibration blocks to be used, the reference sensitivity reflectors to be used, the reference sensitivity-level setting (i.e., DAC or TCG), and the intervals for verification of calibration settings.

k. Scanning level—the sensitivity setting in decibels (dB) to be added to the reference sensitivity for scanning.

l. Evaluation level—the level or height of echoes detected during scanning at which further evaluation is required, and any sensitivity adjustment to be made before evaluating for acceptance or rejection.

m. Recording of results—type of record (e.g., sketch, thermal printer, compact disc, etc.) and whether all reflectors or only unacceptable reflectors will be recorded.

n. Ultrasonic Examination Report—an example of the examination reports.

11.4.3 Persyaratan personel pengujian ultrasonik

UTR level III dalam bidang metoda ultrasonik harus mengembangkan teknik aplikasi dan menyiapkan serta menyetujui prosedur pengujian. Hanya personel bersertifikasi UTR level II atau III di ultrasonik yang boleh melakukan uji dan mengevaluasi hasil sesuai kriteria penerimaan/penolakan.

Personel pengujian ultrasonik harus melakukan pemeriksaan sesuai dengan kualifikasi dan prosedur yang disetujui (lihat 11.4.4). Personel yang bertanggungjawab pada pengujian harus mampu menentukan penerimaan dari las butt melingkar sesuai dengan kriteria penerimaan pada 9.6.

Perusahaan berhak setiap saat untuk meminta personel mendemonstrasikan kemampuannya untuk melakukan persyaratan dari prosedur yang terqualifikasi.

11.4.4 Demonstrasi prosedur pengujian

Sebelum dilakukan persetujuan dokumen, perusahaan harus meminta kontraktor untuk mendemonstrasikan aplikasi prosedur dan sistem ultrasonik. Laporan demonstrasi prosedur harus dijabarkan dan hasil didokumentasikan sebelum digunakan pada las dilapangan. Proses demonstrasi harus sebagai berikut:

a. Lasan yang memiliki cacat dan ketidaksempurnaan berterima harus disiapkan dari sampel material pipa produksi dengan menggunakan spesifikasi prosedur pengelasan yang disetujui. Perubahan tebal dinding, desain *bevel*, kecepatan akustik, proses pengelasan, reparasi las, dan variabel lainnya yang berpengaruh pada terdeteksinya dan resolusi dari sistem harus diminta sebagai tambahan demonstrasi las dari prosedur pengelasan lain yang sesuai dan disetujui. Pengkualifikasian las juru las boleh digunakan.

b. Film radiografi harus diambil dari las dan hasilnya didokumentasikan.

11.4.3 Ultrasonic Testing Personnel Requirements

An NDT Level III in the ultrasonic method shall develop the application technique and prepare and approve the testing procedure. Only Level II or III certified personnel shall calibrate equipment and interpret the test results. NDT Level II or III personnel in ultrasonics shall perform the test and evaluate the results per the acceptance/rejection criteria.

The ultrasonic testing personnel shall perform examinations in accordance with qualified and approved procedures (see 11.4.4). Personnel responsible for testing shall be capable of determining the acceptability of circumferential butt welds in accordance with the acceptance criteria as listed in 9.6.

The company has the right, at any time, to require personnel to demonstrate their capabilities to perform to the requirements of the qualified procedure.

11.4.4 Demonstration of the Testing Procedure

Prior to final written approval, the company shall require the contractor to demonstrate the application of the procedure and ultrasonic systems. A procedure demonstration report shall be generated and the results documented prior to use on actual field welds. The demonstration process shall be as follows:

a. Welds containing defects and acceptable imperfections shall be prepared from actual production pipe material samples utilizing an approved welding procedure specification. Changes in wall thickness, bevel design, acoustic velocity, welding process, repair welds, and other variables that can have an effect on the detectability and resolution of the system shall require additional demonstration welds from other corresponding approved welding procedures. Welder qualification welds may be used.

b. Radiographs shall be made of the welds and the results documented.

c. Prosedur UT harus diaplikasikan, pada detail rentang temperatur, dan hasilnya didokumentasikan dan dibandingkan dengan film radiografi.

d. Perbedaan dalam hasil pendeteksian harus didokumentasikan. (Perbedaan pendeteksian dan resolusi antara ultrasonik dan radiografi harus dicatat.) jika diminta oleh perusahaan, pengujian merusak dari sampel las harus dibuat untuk mengetahui atau mengkonfirmasi hasilnya.

e. Penggunaan prosedur UT pada produksi pengelasan harus didasarkan pada kemampuan dari implementasi metoda UT/teknik/sistem untuk:

- 1) Penempatan secara melingkar
- 2) ukuran panjang
- 3) Penentuan kedalaman dari permukaan diameter luar, dan
- 4) penempatan secara aksial (penampang las) dibutuhkan ketidaksempurnaan/cacat pada sampel uji. Sebagai tambahan. Prosedur harus secara akurat menentukan penerimaan las sesuai dengan kriteria pada 9.6 dan 11.4.7.

11.4.5 Standar referensi sensitivitas API

Sensitivitas pengujian ultasonik manual harus didasarkan pada dua atau tiga tingkat referensi (contoh, distance amplitude correction [DAC] or time corrected gain [TCG]) diperoleh dari N10 notch dibuat pada sampel pipa yang akan diinspeksi. (lihat gambar 21A dan 21B). Titik tertinggi dari DAC/TCG tidak boleh kurang dari 80% dari tinggi layar penuh. Standar referensi juga harus digunakan untuk menentukan kecepatan suara aktual, sudut pembiasan dan jarak sound path pada material pipa yang diinspeksi. Kecepatan dan sudut pembiasan yang tidak diketahui harus ditentukan saat las pada pipa yang akan diinspeksi dari perbedaan spesifikasi kimia, tebal dinding, diameter atau dari lebih satu pipa dan rolling atau *piercing* pamanufaktur. Hal ini boleh dikerjakan dengan menggunakan dua probe dari sudut nominal dan frekuensi yang sama dengan probe diarahkan berhadapan satu dengan yang lain. (lihat gambar 21 C). Jika perbedaan yang

c. The UT procedure shall be applied, within the detailed temperature ranges, and the results documented and compared with the radiographs.

d. Differences in detection results shall be documented. (Differences in detectability and resolution between ultrasonics and radiography shall be noted.) If required by the company, destructive testing of the weld sample shall be made to discover or confirm the results.

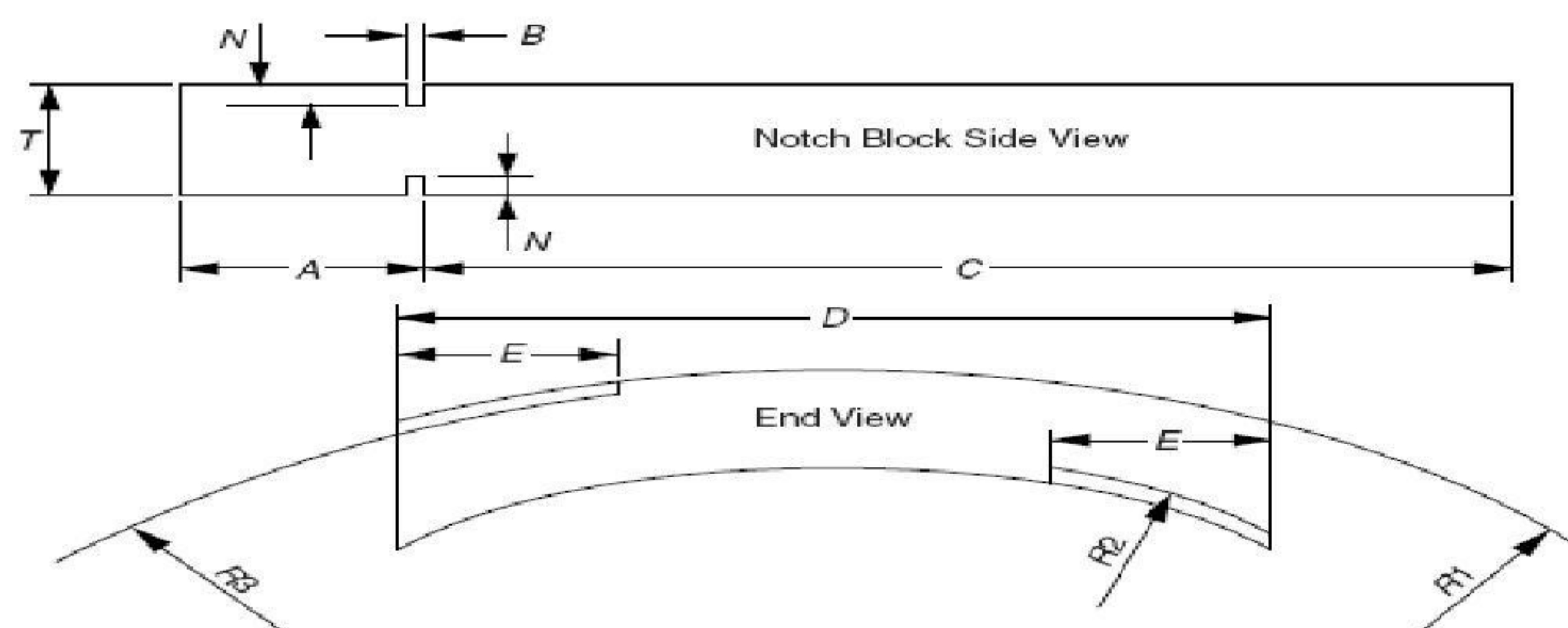
e. Use of the UT procedure on production welding shall be based on the capability of the implemented UT method/technique/ systems to:

- 1) circumferentially locate,
- 2) size for length,
- 3) determine depth from O.D. surface, and
- 4) axially (weld cross section) locate required imperfections/defects in the test samples. In addition, the procedure must accurately determine the acceptability of welds in accordance with the criteria listed in 9.6 and 11.4.7.

11.4.5 API Sensitivity Reference Standard

Manual ultrasonic testing sensitivity shall be based on a two or three point reference level (i.e., distance amplitude correction [DAC] or time corrected gain [TCG]) derived from an N10 notch introduced into a sample of the pipe to be inspected. (See Figures 21A and 21B.) The highest point of the DAC/TCG shall not be less than 80% of full screen height. The reference standard shall also be used to determine the actual sound beam velocity, refracted angle and sound path distance in the pipe material to be inspected. Unknown velocity and refracted angle shall be determined when welds in pipe of different chemistry specifications, wall thickness, diameter or from more than one pipe and rolling or piercing manufacturer are to be inspected. This may be accomplished by using two probes of the same nominal angle and frequency with the probes directed toward one another. (See Figure 21C.) When a difference is noted in velocity, angle, or

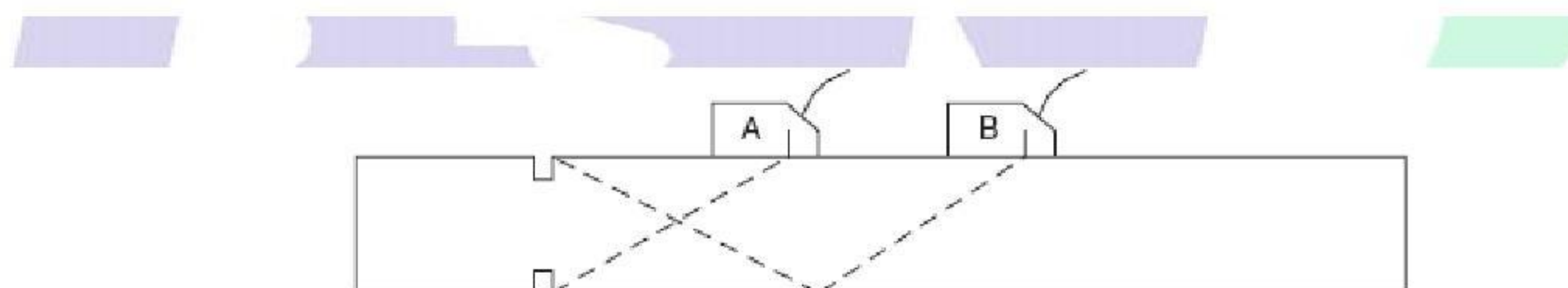
tercatat pada kecepatan, sudut, atau jarak sound path distance another reference sound path standar referensi lain harus standard shall be made from the different digunakan dengan material pipa yang pipe material. berbeda.



Dimensions:

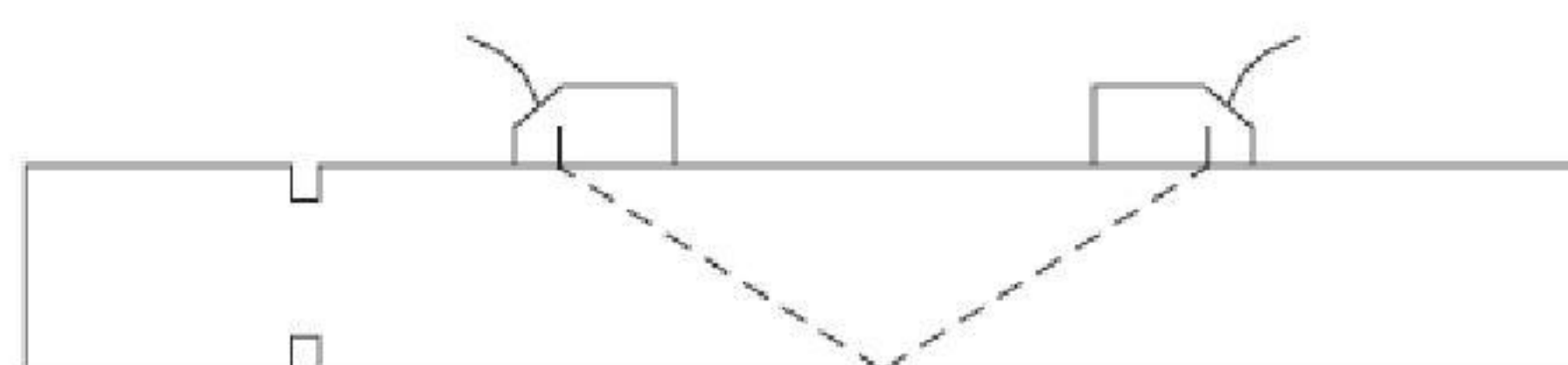
- T Nominal pipe wall thickness
- N Notch depth = 10% T plus or minus 10% of notch depth
- A 2 in. (50 mm) minimum length
- B 0.125 in. (3.2 mm) maximum notch width
- C 11.35 T plus 2 in. (50 mm) minimum length
- D 3.1 in. (80 mm) minimum width
- E 1 in. (25 mm) minimum notch length
- $R1$ Outside radius of pipe
- $R2$ Radius of inside notch = $R1$ minus 0.9 T

Figure 21A—Reference Block for Manual UT



Position the transducer in line with the outside notch at double the distance used to peak up the inside notch (Position B). Verify that the outside notch echo peak is at or near zero depth reading. This will establish that refracted angle and velocity settings are sufficiently accurate.

Figure 21B—Establishing Distance, Refracted Angle, and Velocity



Using two transducers of equal angle and frequency, one transmitting and the other receiving, maximize (peak up) the echo received. Measure the surface distance between the transducer exit points. Half the surface distance divided by measured wall thickness equals the refracted angle tangent. Without changing instrument settings, repeat this process on pipe with unknown velocity, refracted angle, and attenuation to determine any differences.

Figure 21C—Transfer Procedure

Untuk pengujian ultrasonik otomatis dan jika diminta oleh perusahaan untuk pengujian ultrasonik manual, lubang datar bawah harus dibuat pada sampel pipa yang akan diinspeksi. Sampel ini harus digunakan sebagai reflektor kalibrasi sebagai tambahan N10 notch pada permukaan dalam dan luar. Diameter dari setiap lubang datar bawah

For automated ultrasonic testing and when required by the company for manual ultrasonic testing, flat bottom holes shall be machined into a sample of the pipe to be inspected. This sample shall be used as calibration reflectors in addition to the N10 notches at the inside and outside surfaces. The diameter of each flat bottom hole

seharusnya mendekati sama dengan tebal dari satu pass pengelasan. Permukaan datar yang merefleksikan dari setiap lubang seharusnya dipasang pada sudut dan posisi yang sama sebagai persiapan sambungan las untuk setiap pass pengisi yang dibutuhkan prosedur pengelasan. Sebagai tambahan, reflektor planar atau lubang datar bawah harus dibuat posisi garis tengah las dengan permukaan datarnya merefleksikan vertikal pada las. Semua reflektor seharusnya ditempatkan terpisah sehingga tidak ada dua penyebaran sinar dalam satu probe secara simultan.

Untuk pengujian selain konstruksi baru, sampel pipa dari grade, tebal dinding, dan diameter luar yang sama sebagai pipa yang akan diinspeksi harus digunakan untuk membuat standar referensi. Teknik transfer menggunakan probe dari sudut nominal dan frekuensi yang sama yang digunakan untuk inspeksi harus dipakai untuk menentukan jarak loncatan aktual penuh, sudut pembiasan aktual, dan atenuasi dalam material yang akan diinspeksi. (lihat gambar 21C.)

11.4.6 Pengujian ultrasonik material induk

Setelah menyelesaikan las butt melingkar, tetapi sebelum pengujian ultrasoniknya, uji gelombang normal dari material induk pada kedua sisi las (jarak minimum = 1,25, jarak loncatan permukaan terjauh yang digunakan) harus dilakukan. Semua bagian yang mempengaruhi dan reflektor gelombang penuh harus dicatat (lokasi data dan jarak dari sisi las) serta direkam pada laporan pemeriksaan.

Perusahaan boleh memilih untuk menghilangkan persyaratan sebagai pengganti dari pengecekan laminasi yang dilakukan pabrikan.

11.4.7 Scanning dan tingkat evaluasi

11.4.7.1 Pengujian ultrasonik material induk

Pengujian gelombang normal manual dari material induk harus dilakukan dengan *backwall echo* kedua dari standar referensi (lihat gambar 21A) diatur sampai 80% dari

should be approximately equal to the thickness of one welding fill pass. The flat reflecting surface of each hole shall be installed at the same angle and position as the weld joint preparation for each fill pass required by the welding procedure. Additionally, planar reflectors or flat bottom holes shall be installed at the weld center-line position with their flat reflecting surfaces vertical to the weld. All reflectors should be spaced apart so that no two will be within the beam spread of one probe simultaneously.

For testing on other than new construction, a pipe sample of the same grade, wall thickness, and outside diameter as the pipe to be inspected shall be used to make the reference standard. A transfer technique using probes of the same nominal angles and frequencies to be used for inspection shall be carried out to determine actual full skip distance, actual refracted angle, and attenuation in the material to be inspected. (See Figure 21C.)

11.4.6 Parent Material Ultrasonic Testing

After completion of the circumferential butt weld, but prior to its ultrasonic testing, a compression wave test of the parent material on both sides of the weld (minimum distance = 1.25, the longest surface skip distance to be used) shall be performed. All interfering partial and full beam reflectors shall be noted (datum location and distance from the weld edge) and recorded on the examination record. The company may elect to waive this requirement in lieu of lamination checks performed by the mill.

11.4.7 Scanning and Evaluation Level

11.4.7.1 Parent Material Ultrasonic Testing

Manual compression wave testing of parent material shall be performed with the second backwall echo from the reference standard (see Figure 21A) adjusted to at

tinggi layar penuh.

Pengujian ultrasonik otomatis dari material induk harus dilakukan menggunakan metoda kalibrasi yang sama dan tingkat evaluasi sebagaimana yang digunakan untuk gelombang normal manual, atau teknik berbeda jika didemonstrasikan menjadi sama atau lebih baik dari pada metoda manual.

11.4.7.2 Pengujian las ultrasonik manual

Pengujian las ultrasonik manual harus dilakukan pada sensitivitas scanning dari sensitivitas referensi DAC/TCG tambah minimum 6 dB. Semua indikasi yang melebihi 50% dari tinggi layar DAC/TCG harus dievaluasi.

Evaluasi sensitivitas untuk pengujian las ultrasonik manual seharusnya sensitivitas referensi DAC/TCG tambah 6 dB dengan tingkat evaluasi untuk semua indikasi pada tinggi layar 50% DAC/TCG.

Setelah sensitivitas referensi, sensitivitas scanning, dan evaluasi sensitivitas dan tingkatan sudah ditetapkan, semuanya harus dikualifikasi, kemudian digabungkan ke dalam prosedur akhir dan laporan kualifikasi akhir.

11.4.7.3 Pengujian las ultrasonik otomatis

Pengujian las ultrasonik otomatis seharusnya dilakukan pada sensitivitas scanning 80% tinggi layar sensitivitas referensi tambah 4 dB ketika menggunakan teknik *pulse-echo*. Evaluasi sensitivitas seharusnya sama dengan sensitivitas scanning. Tingkat evaluasi tinggi layar (recording threshold) seharusnya 40% dari tinggi layar penuh menggunakan teknik *pulse-echo* otomatis. Teknik otomatis lainnya, reflektor referensi, sensitivitas referensi, sensitivitas scanning, sensitivitas evaluasi, dan tingkatan evaluasi boleh digunakan jika didemonstrasikan ekuivalen dengan teknik *pulse-echo* untuk mendeteksi dan mengevaluasi ketidaksempurnaan las.

11.4.8 Pengujian ultrasonik produksi

Teknisi ultrasonik harus melaporkan kepada perusahaan semua cacat kecuali perusahaan

least 80% of full screen height.

Automated ultrasonic testing of the parent material shall be performed using the same calibration method and evaluation level as that used for manual compression wave, or a different technique if demonstrated to be equal to or better than the manual method.

11.4.7.2 Manual Ultrasonic Weld Testing

Manual ultrasonic weld testing shall be performed at a scanning sensitivity of DAC/TCG reference sensitivity plus 6 dB minimum. All indications that exceed 50% of DAC/TCG screen height shall be evaluated.

Evaluation sensitivity for manual ultrasonic weld testing should be DAC/TCG reference sensitivity plus 6 dB with an evaluation level for all indications at 50% of DAC/TCG screen height.

After the reference sensitivity, scanning sensitivity, and evaluation sensitivity and levels have been established, they shall be qualified, then incorporated into the final procedure and in the final qualification report.

11.4.7.3 Automated Ultrasonic Weld Testing

Automated ultrasonic weld testing should be performed at a scanning sensitivity of 80% screen height reference sensitivity plus 4 dB when using the pulse-echo technique. Evaluation sensitivity should be the same as scanning sensitivity. Evaluation level screen height (recording threshold) should be 40% of full screen height using the automated pulse-echo technique. Other automated techniques, reference reflectors, reference sensitivities, scanning sensitivities, evaluation sensitivities, and evaluation levels may be used if demonstrated to be equivalent to the pulse-echo technique for the detection and evaluation of weld imperfections.

11.4.8 Production Ultrasonic Testing

Ultrasonic technicians shall report to the company all defects unless the company

meminta semua indikasi terobservasi (tingkat evaluasi dan di atasnya) dilaporkan. Perusahaan harus menentukan disposisi akhir dari las.

11.4.9 Identifikasi laporan indikasi

Laporan pengujian ultrasonik dari las yang diinspeksi harus termasuk jumlah las, data lokasi, panjang, kedalaman dari permukaan diameter luar, dan klasifikasi cacat (linear, melintang, atau volumetric) dari semua indikasi yang dilaporkan.

12 Pengelasan mekanik dengan logam isi

12.1 Proses las yang berterima

Pengelasan mekanik harus dilakukan menggunakan satu atau lebih proses-proses berikut :

- Las busur - terbenam
- Las busur - logam gas
- Las busur - tungsten gas
- Las busur inti-fluks dengan atau tanpa pelindung eksternal.
- Las busur plasma.

12.2 Kualifikasi prosedur

Sebelum las produksi dimulai, spesifikasi prosedur yang detail harus ditetapkan dan dikualifikasi untuk mendemonstrasikan bahwa lasan dengan sifat mekanis yang sesuai (misalnya kekuatan, keuletan, dan kekerasan) dan lasan yang mulus (soundness) dapat dibuat melalui prosedur ini. Dua potong pipa, sambungan-sambungan penuh atau nipple-nipple harus disambung mengikuti semua detail dari spesifikasi prosedur. Kualitas lasan harus ditentukan dengan tes destruktif dan non destruktif dan masing-masing harus memenuhi persyaratan 5.6, kecuali *Nick-Breaks* (5.6.3) tidak disyaratkan, dan Bab. 9. Prosedur ini harus dipatuhi kecuali bila ada perubahan yang dikuasakan secara spesifik oleh perusahaan seperti yang telah ditentukan pada 12.5.

12.3 Rekaman

Detail dari setiap prosedur yang dikualifikasi

requires that all observed (evaluation level and above) indications be reported. The company shall determine the final disposition of the weld.

11.4.9 Identification of Reported Indications

The ultrasonic testing report of inspected welds shall include the weld number, datum location, length, depth from the O.D. surface, and defect classification (linear, transverse, or volumetric) of all reported indications.

12 Mechanized welding with Filler Metal Additions

12.1 Acceptable Processes

Mechanized welding shall be performed using one or more of the following processes:

- Submerged-arc welding.
- Gas metal-arc welding.
- Gas tungsten-arc welding.
- Flux-cored arc welding with or without external shielding.
- Plasma arc welding.

12.2 Procedure Qualification

Before production welding is started, a detailed procedure specification shall be established and qualified to demonstrate that welds with suitable mechanical properties (such as strength, ductility, and hardness) and soundness can be made by the procedure. Two pipe lengths, full joints or nipples, shall be joined by following all the details of the procedure specification. The quality of the weld shall be determined by both destructive and nondestructive testing and shall meet the requirements of 5.6, except *Nick-breaks* (5.6.3) shall not be required, and Section 9, respectively. These procedures shall be adhered to except where a change is specifically authorized by the company, as provided for in 12.5.

12.3 Record

The details of each qualified procedure

harus direkod. Rekod ini harus memperlihatkan hasil lengkap dari tes kualifikasi prosedur. Formulir yang serupa yang ditunjukkan pada Gambar 1 dan 2 hendaknya digunakan. Rekod ini harus dijaga selama prosedur ini masih digunakan.

12.4 Spesifikasi prosedur

12.4.1 Umum

Spesifikasi prosedur harus mencakup keseluruhan informasi yang berhubungan dengan pengaturan (*setting up*) dan mempertahankan usaha untuk mendapatkan operasi yang layak dari peralatan, seperti yang dispesifikasikan dalam 12.4.2.

12.4.2 Informasi spesifikasi

12.4.2.1 Proses

Proses spesifik atau kombinasi dari proses yang digunakan harus diidentifikasi. Ini harus termasuk tipe teknologi pengelasan dan uraian peralatan yang akan digunakan.

12.4.2.2 Material pipa dan fitting

Material yang digunakan dalam prosedur harus diidentifikasi. Pipa API spec 5L, dan juga material yang sesuai dengan spesifikasi ASTM boleh dikelompokkan (lihat 5.4.2.2), kecuali itu tes kualifikasi dibuat pada material dengan kuat ulur minimum spesifikasi yang tertinggi didalam grup/kelompok.

12.4.2.3 Diameter

Rentang diameter luar dimana prosedur diberlakukan harus diidentifikasi.

12.4.2.4 Grup tebal dinding serta jumlah dan urutan bead

Rentang tebal dinding dimana prosedur diberlakukan harus diidentifikasi, dan rentang jumlah bead yang diperlukan untuk ketebalan serta mesin yang digunakan untuk setiap bead harus juga diidentifikasi.

shall be recorded. This record shall show complete results of the procedure qualification test. Forms similar to those shown in Figures 1 and 2 should be used. This record shall be maintained as long as the procedure is in use.

12.4 Procedure specification

12.4.1 General

The procedure specification shall include all the information that is pertinent to setting up and maintaining the proper operation of the equipment, as specified in 12.4.2.

12.4.2 Specification Information

12.4.2.1 Process

The specific process or combination of processes used shall be identified. This shall include the type of welding technology and a description of the equipment to be utilized.

12.4.2.2 Pipe and Fitting Materials

The materials to which the procedure applies shall be identified. API Specification 5L pipe, as well as materials that conform to acceptable ASTM specifications, may be grouped (see 5.4.2.2), provided that the qualification test is made on the material with the highest specified minimum yield strength in the group.

12.4.2.3 Diameters

The range of outside diameters over which the procedure is applicable shall be identified.

12.4.2.4 Wall-thickness Group and Number and Sequence of Beads

The range of wall thicknesses over which the procedure is applicable shall be identified, as shall the range of numbers of beads required for the thicknesses and the machine used for each bead.

12.4.2.5 Desain sambungan

Spesifikasi harus mencakup sketsa dari sambungan yang memperlihatkan tipe dari sambungan (sebagai contoh, V atau U), sudut bevel, dan ukuran muka akar (*root face*) dan bukaan akar (*root opening*). Jika menggunakan penahan-balik (*backup*), tipenya harus dinyatakan.

12.4.2.6 Logam pengisi

Ukuran dan nomor klasifikasi AWS dari logam pengisi, jika tersedia, harus dinyatakan.

12.4.2.7 Karakteristik listrik

Arus dan polaritas dan rentang voltage dan amper untuk setiap ukuran atau tipe elektoda harus dijelaskan.

12.4.2.8 Posisi

Spesifikasi harus menyatakan apakah pengelasan adalah las putar atau las posisi.

12.4.2.9 Arah pengelasan

Untuk hanya las posisi, spesifikasi harus menyatakan apakah pengelasan yang akan dilaksanakan arahnya naik atau turun.

12.4.2.10 Waktu antara *Pass*

Maksimum waktu antara selesainya *root bead* dan awal dari *bead* kedua, dan juga maksimum waktu antara selesainya *bead* kedua dan awal dari *bead* berikutnya, harus dinyatakan.

12.4.2.11 Tipe klem pelurus

Spesifikasi harus menyatakan apakah klem pelurus adalah tipe internal atau eksternal atau jika klem tidak dibutuhkan sama sekali.

12.4.2.12 Pembersihan

Spesifikasi harus menjelaskan pembersihan ujung sambungan dan pembersihan

12.4.2.5 Joint Design

The specification shall include a sketch or sketches of the joint that show the type of joint (for example, V or U), the angle of bevel, and the size of the root face and root opening. If a backup is used, the type shall be designated.

12.4.2.6 Filler Metal

The size and AWS classification number of the filler metal, if available, shall be designated.

12.4.2.7 Electrical Characteristics

The current and polarity shall be designated, and the range of voltage and amperage for each size or type of electrode used shall be specified.

12.4.2.8 Position

The specification shall designate roll or position welding.

12.4.2.9 Direction of Welding

For position welding only, the specification shall designate whether the welding is to be performed in an uphill or downhill direction.

12.4.2.10 Time between Passes

The maximum time between the completion of the root bead and the start of the second bead, as well as the maximum time between the completion of the second bead and the start of other beads, shall be designated.

12.4.2.11 Type of Lineup Clamp

The specification shall designate whether the lineup clamp is to be internal or external or if no clamp is required.

12.4.2.12 Cleaning

The specification shall describe the joint-end and interpass cleaning required.

interpass yang diperlukan.

12.4.2.15 Gas pelindung dan laju aliran

Komposisi dari gas pelindung dan rentang dari laju aliran harus dinyatakan.

12.4.2.16 Fluks Pelindung

Nomor klasifikasi AWS bila tersedia, atau nomor merek dagang dari *fluks* pelindung harus dinyatakan.

12.4.2.17 Kecepatan Las

Rentang untuk kecepatan las, dalam inci (mm) per menit, harus dijelaskan untuk setiap *pass*.

12.4.2.18 Faktor Lain

Faktor-faktor penting lainnya yang mungkin diperlukan untuk pengoperasian yang layak dari proses atau yang mungkin mempengaruhi kualitas dari pekerjaan yang diproduksi harus dinyatakan. Faktor-faktor ini dapat mencakup lokasi dan sudut busur untuk las busur terbenam, jarak kontak tube ke benda kerja, serta lebar dan frekuensi osilasi.

12.5 Variabel Esensial

12.5.1 Umum

Suatu prosedur pengelasan harus dibuat berdasarkan spesifikasi prosedur terbaru dan harus di kualifikasi ulang secara lengkap jika ada perubahan variabel esensial yang terdapat pada 12.5.2.

Perubahan selain yang terdapat pada 12.5.2 boleh dijadikan prosedur tanpa kualifikasi ulang, dengan memperlihatkan spesifikasi prosedur yang sudah direvisi.

12.5.2 Perubahan yang memerlukan pengkualifikasian ulang

12.5.2.1 proses pengelasan

Perubahan pada proses pengelasan yang terdapat di spesifikasi prosedur merupakan variabel esensial

12.4.2.15 Shielding Gas and Flow rate

The composition of the shielding gas and the range of flow rates shall be designated.

12.4.2.16 Shielding Flux

The AWS classification number, if available, or the brand number of the shielding flux shall be designated.

12.4.2.17 Speed of Travel

The range for speed of travel, in inches (millimeters) per minute, shall be specified for each pass.

12.4.2.18 Other Factors

Other important factors that may be necessary for proper operation of the process or that may affect the quality of the work produced shall be designated. These may include the location and angle of arc for submerged arc welding, the contact-tube-to-work distance, and the oscillation width and frequency.

12.5 Essential Variables

12.5.1 General

A welding procedure must be re-established as a new procedure specification and must be completely requalified when any of the essential variables listed in 12.5.2 are changed. Changes other than those listed in 12.5.2 may be made in the procedure without the need for requalification, provided the procedure specification is revised to show the changes.

12.5.2 Changes Requiring requalification

12.5.2.1 Welding Process

A change from the welding process established in the procedure specification constitutes an essential variable.

12.5.2.2 Material Pipa

Perubahan pada material pipa merupakan variabel esensial. Untuk tujuan standar ini, sebuah baja karbon harus dikelompokkan sebagai berikut:

- Kekuatan ulur minimum spesifikasi kurang dari atau sama dengan 42000 psi (290 Mpa)
- Kuat ulur minimum spesifikasi lebih besar 42000psi (290 Mpa) tetapi kurang dari 65000 psi (448 Mpa).
- Untuk baja karbon dengan kuat ulur minimum spesifikasi lebih besar dari atau sama dengan 65000 psi (448 Mpa), setiap grade harus di uji kualifikasi terpisah.

Catatan: Pengelompokan dispesifikkan pada 12.5.2.2 tidak termasuk material dasar atau logam pengisi dari analisis berbeda dalam sebuah grup boleh disubstitusi untuk sebuah material yang digunakan dalam uji kualifikasi tanpa mempertimbangkan kesesuaian dengan material dasar dan logam pengisi dari sifat metalurgi atau mekanik dan persyaratan untuk pra-perlakuan panas dan pasca perlakuan panas.

12.5.2.3 Desain sambungan

Perubahan besar dalam desain sambungan (sebagai contoh, dari V groove dan U groove) atau perubahan yang masih dalam rentang yang terdapat dalam spesifikasi prosedur untuk faktor spasi, akar muka, sudut bevel merupakan variabel esensial.

12.5.2.4 Ketebalan Dinding

Perubahan pada tebal dinding diluar rentang yang ditetapkan dalam spesifikasi prosedur merupakan variabel esensial.

12.5.2.5 Diameter Pipa

Perubahan pada diameter pipa diluar rentang yang ditetapkan dalam spesifikasi prosedur merupakan variabel esensial.

12.5.2.6 Logam Pengisi

Perubahan pada logam pengisi seperti berikut adalah merupakan variabel esensial.

12.5.2.2 Pipe Material

A change in pipe material constitutes an essential variable. For the purposes of this standard, all carbon steels shall be grouped as follows:

- Specified minimum yield strength less than or equal to 42,000 psi (290 MPa).
- Specified minimum yield strength greater than 42,000 psi (290 MPa) but less than 65,000 psi (448 MPa).
- For carbon steels with a specified minimum yield strength greater than or equal to 65,000 psi (448 MPa), each grade shall receive a separate qualification test.

Note: The groupings specified above in 12.5.2.2 do not imply that base materials or filler metals of different analyses within a group may be indiscriminately substituted for a material that was used in the qualification test without consideration of the compatibility of the base materials and filler metals from the standpoint of metallurgical and mechanical properties and requirements for pre- and postheat treatment.

12.5.2.3 Joint Design

A major change in joint design (for example, from V groove to U groove) or any change beyond the range established in the procedure specification for such factors as spacing, root face, and angle of bevel constitutes an essential variable.

12.5.2.4 Wall Thickness

A change in wall thickness beyond the range established in the procedure specification constitutes an essential variable.

12.5.2.5 Pipe Diameter

A change in pipe outside diameter beyond the range established in the procedure specification constitutes an essential variable.

12.5.2.6 Filler Metal

The following changes in filler metal constitute essential variables:

- a) Perubahan dari satu grup logam pengisi ke grup lainnya (lihat Tabel 1).
- b) Untuk material pipa dengan kuat ulur minimum-spesifikasi lebih besar atau sama dengan 65.000 psi (448,16 MPa), perubahan pada klasifikasi AWS dari logam pengisi (lihat 5.4.2.2).

Perubahan pada logam pengisi boleh dilakukan berada dalam grup material yang dispesifikasikan pada 12.5.2.2. butir (a) dan (b).

Kesesuaian dari material dasar logam pengisi hendaknya dipertimbangkan dari segi sifat mekanis.

12.5.2.7 Ukuran Kawat Logam Pengisi

Perubahan pada ukuran kawat logam pengisi merupakan variabel esensial.

12.5.2.8 Waktu antara Pass

Kenaikan dalam waktu maksimum antara selesainya root bead dan start dari bead kedua merupakan variabel esensial.

12.5.2.9 Arah Pengelasan

Perubahan pada arah pengelasan dari vertikal naik ke vertikal turun, atau sebaliknya adalah merupakan variabel esensial.

12.5.2.10 Gas Pelindung dan Jalur Aliran (Flow rate)

Perubahan dari satu gas pelindung ke gas pelindung lain atau dari satu campuran ke campuran gas lain adalah merupakan variabel esensial. Kenaikan atau penurunan pada rentang laju aliran yang telah ditetapkan untuk gas pelindung juga merupakan variabel esensial,

12.5.2.11 Fluks Pelindung

Mengacu ke Tabel 1, catatan a, untuk perubahan

12.5.2.12 Kecepatan Las

Perubahan pada rentang untuk kecepatan las merupakan variabel esensial.

- a. A change from one filler-metal group to another (see Table 1).

- b. For pipe materials with a specified minimum yield strength greater than or equal to 65,000 psi (448 MPa), a change in the AWS classification of the filler metal (see 5.4.2.2).

Changes in filler metal may be made within the groups specified in 12.5.2.2, items a and b.

The compatibility of the base material and the filler metal should be considered from the standpoint of mechanical properties.

12.5.2.7 Size of Filler-metal Wire

A change in the size of the filler-metal wire constitutes an essential variable.

12.5.2.8 Time between Passes

An increase in the maximum time between completion of the root bead and the start of the second bead constitutes an essential variable.

12.5.2.9 Direction of Welding

A change in the direction of welding from vertical uphill to vertical downhill, or vice versa, constitutes an essential variable.

12.5.2.10 Shielding Gas and Flow Rate

A change from one shielding gas to another or from one mixture of gases to another constitutes an essential variable. An increase or decrease in the range of flow rates established for the shielding gas also constitutes an essential variable.

12.5.2.11 Shielding Flux

Refer to Table 1, Footnote a, for changes

12.5.2.12 Speed of Travel

A change in the range for speed of travel constitutes an essential variable.

12.5.2.13 Persyaratan Perlakuan pra dan pasca panas

Perubahan pada persyaratan perlakuan pra atau pasca panas merupakan variabel esensial.

12.5.2.14 Karakteristik Listrik

Perubahan pada karakteristik listrik merupakan variabel esensial

12.5.2.15 Diameter Orifis atau Komposisi Gas Orifis

Untuk pengelasan plasma, perubahan komposisi nominal gas orifis atau perubahan diameter orifis

12.6 Kualifikasi Peralatan las dan Operator

Setiap operator harus dikualifikasi dengan memproduksi suatu lasan yang berterima menggunakan prosedur las berkualifikasi. Lasan komplet harus dites dengan metode destruktif, metode non destruktif, atau keduanya dan harus memenuhi persyaratan dari 6.4 sampai 6.7 kecuali Nick Break (lihat 6.5.3) tidak diperlukan. Sebelum pengelasan dimulai Setiap operator harus menjalani pelatihan yang secukupnya dalam pengoperasian peralatan sebelum memulai pengelasan dan harus memahami keseluruhan peralatan yang dioperasikannya. Jika prosedur las melibatkan lebih dari satu operasi, operator harus dikualifikasi pada peralatan yang akan digunakan nya dalam pengelasan produksi. Juru las harus di kualifikasi ulang apabila ada perubahan pada variable esensial seperti yang dijelaskan pada 12.6.1

12.6.1 Ruang lingkup

a. Perubahan dari satu welding proses, model polaritas transfer atau methoda yang digunakan kepada proses pengelasan yang lain, atau proses kombinasi (contoh seperti busur pendek, busur pulsa, busur spray, gas tungsten, dll)

b. Perubahan arah pengelasan dari vertikal uphill kepada vertikal downhill atau

12.5.2.13 Pre- and Post-heat Treatment Requirements

A change in pre- or post-heat treatment requirements constitutes an essential variable.

12.5.2.14 Electrical Characteristics

A change in electrical characteristics constitutes an essential variable.

12.5.2.15 Orifice Diameter or Orifice Gas Composition

For plasma arc welding, a change in orifice gas nominal composition or a change in orifice diameter.

12.6 Qualification of Welding Equipment and Operators

Each welding operator shall be qualified by producing an acceptable weld using the qualified welding procedure. The completed weld shall be tested by destructive methods, nondestructive methods, or both, and shall meet the requirements of 6.4 through 6.7 except Nick-breaks (see 6.5.3) shall not be required. Prior to the start of welding, each welding operator shall have received adequate training in the operation of the welding equipment. If the welding procedure involves more than one operation, welding operators shall be qualified on the type of welding equipment that will be used in production welding. Changes in the essential variables described in 12.6.1 require requalification of the welding operator.

12.6.1 Scope

a. A change from one welding process, mode of transfer, polarity or method of application to another welding process or combination of processes. (Example would be short arc, pulse arc, spray arc, gas tungsten arc, etc.)

b. A change in the direction of welding from vertical uphill to vertical downhill or

sebaliknya

c. perubahan tipe logam pengisi (solid wire, metal core, flux core)

d. Perubahan dari satu grup diameter kepada grup diameter yang lain.

1. Diameter kecil dari 12,75 in (328,9 mm)
2. Diameter besar atau sama dengan 12,75 in (328,9 mm)

e. Juru las harus di kualifikasi untuk pipa yang tebal sekali

f. Perubahan dari posisi yang juru las telah di kualifikasi (sebagai contoh perubahan dari posisi berputar kepada diam atau dari vertikal kepada horizontal)

g. Perubahan pabrik atau model dari bug las

h. Perubahan metoda root bead yang digunakan (Contoh root luar dibanding root dalam)

i. Perubahan mendasar pada desain sambungan (sebagai contoh dari V groove kepada U groove atau J groove) atau setiap perubahan diluar lingkup yang ditentukan. Untuk faktor faktor ini sebagai spacing root face, an sudut bevel dipilih sebagai variable penting.

j. Sebagai pilihan perusahaan, juru las/operator yang bekerja dibatasi pada lapisan las untuk multi pass butt las harus di kualifikasi dengan cara memperlihatkan kemampuannya mengelas untuk lapisan tertentu sesuai dengan prosedur pengelasan yang di kualifikasi dengan lapisan las yang diperlukan untuk menyelesaikan lasan tersebut oleh pengelas yang lain Juru lulus kalau semua pengujian diterima

12.7 Rekaman dari operator yang berkualifikasi

Rekaman harus dibuat dari tes-tes yang disyaratkan oleh 12.6 dan dari hasil masing-masing pengujian. Formulir yang serupa dengan yang diperlihatkan pada Gambar 2

vice versa.

c. A change in the filler metal type (solid wire, metal core, flux core).

d. A change from one outside diameter group to another.

1. Outside diameter less than 12.75 in. (328.9 mm).
2. Outside diameter equal to or greater than 12.75 in. (328.9 mm).

e. Welding operator shall qualify on the heaviest wall thickness.

f. A change in position from that for which the welder/operator has already qualified (for example a change from rolled to fixed or a change from vertical to horizontal).

g. A change in welding bug manufacturer or model.

h. A change in the method of applying the root bead. (Example external root versus internal root.)

i. A major change in joint design (for example, from a V groove to a U groove or J groove) or any change beyond the range established. For such factors as spacing, root face, and angle of bevel constitutes an essential variable.

j. At the option of the company, welders/operators whose work is limited to specific weld passes in a multi-pass butt weld shall qualify by demonstrating their ability to weld those specific passes in accordance with a qualified welding procedure specification, with the other weld passes necessary to make complete welds being made by others. Welders shall be qualified if all tests are acceptable.

12.7 Records of Qualified Operators

A record shall be made of the tests required by 12.6 and of the detailed results of each test. A form similar to that shown in Figure 2 should be used. (This form

hendaknya digunakan. (Formulir ini hendaknya dikembangkan untuk mengikuti kebutuhan masing-masing perusahaan tetapi harus cukup detail untuk membuktikan bahwa tes kualifikasi memenuhi persyaratan standar ini). Daftar dari operator las yang berkualifikasi dan prosedur untuk mengkualifikasinya harus disimpan dengan baik. Seorang operator las boleh dikualifikasi ulang jika kemampuannya diragukan.

12.8 Inspeksi dan pengetesan lasan produksi

Lasan produksi harus diinspeksi dan diuji sesuai dengan Bab 8

12.9 Standar kelulusan untuk Pengujian Tidak Merusak

Standar kelulusan untuk pengujian non-destruktif harus sesuai dengan Bab 9 atau atas pilihan dari perusahaan, apendiks A

12.10 Perbaikan dan penghilangan cacat-cacat

Perbaikan dan penghilangan cacat harus sesuai dengan Bab 10.

12.11 Pengetesan radiografik

Pengujian radiografik harus sesuai dengan butir 11. 1.

13. Pengelasan otomatis tanpa tambahan logam pengisi

13.1 Proses berterima

Pengelasan otomatis tanpa tambahan logam pengisi harus dilakukan menggunakan proses las tumpul flash

13.2 Kualifikasi prosedur

13.2.1 Prosedur

Sebelum pengelasan produksi dimulai, spesifikasi prosedur yang detail harus dibuat dan dikualifikasi untuk mendemonstrasikan bahwa lasan dengan sifat mekanis yang sesuai (seperti kekuatan, keuletan, dan

should be developed to suit the needs of the company but must be sufficiently detailed to demonstrate that the qualification test meets the requirements of this standard.) A list of qualified operators and the procedures for which they are qualified shall be maintained. An operator may be required to re-qualify if a question arises about their competence.

12.8 Inspection and Testing of Production Welds

Production welds shall be inspected and tested in accordance with Section 8.

12.9 Acceptance Standards for Nondestructive Testing

The acceptance standards for nondestructive testing shall be in accordance with Section 9 or, at the company's option, Appendix A.

12.10 Repair and Removal of Defects

Repair and removal of defects shall be in accordance with Section 10.

12.11 Radiographic Testing

Radiographic testing shall be in accordance with 11.1.

13. Automatic Welding Without Filler-metal Additions

13.1 Acceptable Processes

Automatic welding without filler-metal additions shall be done using the flash butt-welding process.

13.2 Procedure Qualification

13.2.1 Procedure

Before production welding is started, a detailed procedure specification shall be established and qualified to demonstrate that welds with suitable mechanical properties (such as strength, ductility, and

kekerasan) dan las yang mulus dapat dibuat melalui prosedur ini. Sekurang-kurangnya dua buah lasan harus dibuat dengan menyambung potongan pipa, sambungan penuh, atau nipel dan dengan mengikuti semua detail dari spesifikasi prosedur. Kualitas lasan harus ditentukan dengan pengelasan destruktif dan nondestruktif dan harus memenuhi persyaratan 13.2.3 dan 13.9. Prosedur ini harus dipatuhi kecuali bila ada perubahan yang dikuasa kan secara spesifik oleh perusahaan, seperti yang ditentukan pada 13.5.

13.2.2 Radiografi sebelum pengelasan Mekanis

Setiap lasan untuk kualifikasi prosedur harus memenuhi persyaratan 13.9 sebelum dikenakan pengelasan mekanis.

13.2.3 Pengelasan mekanis dari sambungan "butt-welded"

13.2.3.1 Umum

Spesimen tes mekanis harus dipotong dari sambungan lasan seperti yang diperlihatkan dalam Gbr. 22, 23 dan 24. Jumlah minimum dari spesimen dan tes-tes yang harus dilakukan pada spesimen tersebut ditunjukkan dalam Tabel 7. Spesimen ini harus disiapkan dan dites seperti yang dispesifikasikan pada 13.2.3.2 s/d 13.2.3.4.

hardness) and soundness can be made by the procedure. At least two welds shall be made by joining pipe lengths, full joints, or nipples and by following all the details of the procedure specification. The quality of the weld shall be determined by both destructive and nondestructive testing and shall meet the requirements of 13.2.3 and 13.9. These procedures shall be adhered to except where a change is specifically authorized by the company, as provided for in 13.5.

13.2.2 Radiography Prior to Mechanical Testing

Each procedure qualification weld shall meet the requirements of 13.9 prior to being submitted for mechanical testing.

13.2.3 Mechanical Testing of Butt-welded Joints

13.2.3.1 General

Mechanical test specimens shall be cut from the weld joint as shown in Figures 22, 23, and 24. The minimum number of specimens and the tests to which they are to be subjected are given in Table 7. These specimens shall be prepared and tested as specified in 13.2.3.2 through 13.2.3.4.

Tabel 7 – Tipe dan jumlah specimen uji untuk uji kualifikasi prosedur(hanya untuk las kilas)

Table 7—Type and Number of Test Specimens for Procedure Qualification Test (Flash Weld Only)

Outside Diameter of Pipe		Number of Specimens				Total
Inches	Millimeters	Tensile Strength	Nick-break		Side Bend	
			Two inch	Standard		
> 18 – 24	> 457 – 610	4	16	0	4	24
> 24 – 30	> 610 – 762	4	24	0	4	32
> 30	> 762	4	32	0	4	40

13.2.3.2 Uji kekuatan tarik

13.2.3.2.1 Persiapan

Spesimen uji kekuatan tarik harus disiapkan sesuai dengan 5.6.2. 1.

13.2.3.2 Tensile-strength Tests

13.2.3.2.1 Preparation

Tensile-strength test specimens shall be prepared in accordance with 5.6.2.1.

13.2.3.2.2 Metoda

Spesimen uji kekuatan tarik harus diuji sesuai dengan 5.6.2.2.

13.2.3.2.3 Persyaratan

Kuat tarik lasan, termasuk zona fusi dari setiap spesimen, harus sama dengan atau lebih besar dari kuat tarik minimum spesifikasi material pipa, tetapi tidak perlu sama dengan atau lebih besar dari kuat tarik aktual material pipa. Jika spesimen putus diluar lasan dan zona fusi (putusnya, pada material pipa induk) dan memenuhi persyaratan kuat tarik minimum dari spesifikasi, maka lasan harus diterima sebagai lasan yang memenuhi persyaratan. Jika spesimen putus pada lasan atau zona fusi, dan kuat-tarik yang diobservasi adalah sama dengan atau lebih besar dari kuat tarik minimum spesifikasi dari material pipa dan memenuhi persyaratan kelulusan yang dinyatakan pada 13.2.3.3.3, maka lasan harus diterima sebagai telah memenuhi persyaratan.

13.2.3.3 Uji nick-break**13.2.3.3.1 Persiapan**

Jumlah spesimen nick-break 2 inchi yang disyaratkan pada Tabel 7 harus disiapkan sesuai dengan Gambar 25. Sisi dari spesimen harus dimakro etsa untuk menentukan batas fusi. Sisi spesimen harus ditakik sepanjang batas fusi dengan gergaji; setiap takikan kedalamannya harus kurang lebih $\frac{1}{8}$ inci (3 mm). Disamping itu, tonjolan lasan pada diameter -dalam dan -luar harus ditakik sampai kedalaman tidak melebihi $\frac{1}{16}$ inci (1,6 mm), diukur dari permukaan lasan.

13.2.3.3.2 Metoda

Spesimen *nick-break* harus diuji sesuai dengan 5.6.3.2.

13.2.3.3.3 Persyaratan

Permukaan bidang patahan dari setiap spesimen nick-break harus menunjukkan penetrasi dan fusi yang komplet. Inklusi

13.2.3.2.2 Method

Tensile-strength test specimens shall be tested in accordance with 5.6.2.2.

13.2.3.2.3 Requirements

The tensile-strength of the weld, including the fusion zone of each specimen, shall be greater than or equal to the specified minimum tensile-strength of the pipe material but need not be greater than or equal to the actual tensile-strength of the material. If the specimen breaks outside the weld and fusion zone (i.e., in the parent pipe material) and meets the minimum tensile-strength requirements of the specification, the weld shall be accepted as meeting the requirements. If the specimen breaks in the weld or fusion zone, the observed strength is greater than or equal to the specified minimum tensile-strength of the pipe material, and the weld meets the requirements for soundness given in 13.2.3.3.3, the weld shall be accepted as meeting the requirements.

13.2.3.3 Nick-break Test**13.2.3.3.1 Preparation**

The number of 2-in. Nick-break specimens required by Table 7 shall be prepared in accordance with Figure 25. The sides of the specimen shall be macro-etched to locate the fusion line. The sides of the specimen shall be notched along the fusion line with a saw; each notch shall be approximately $\frac{1}{8}$ in. (3 mm) deep. In addition, the inside- and outside diameter weld reinforcement shall be notched to a depth of not more than $\frac{1}{16}$ in. (1.6 mm), measured from the weld surface.

13.2.3.3.2 Method

Nick-break specimens shall be tested in accordance with 5.6.3.2.

13.2.3.3.3 Requirements

The exposed surfaces of each Nick-break specimen shall show complete penetration and fusion. Slag inclusions shall not

terak, panjang atau lebarnya harus tidak melebihi $\frac{1}{8}$ in (3 mm). Sekurang-kurangnya harus terdapat $\frac{1}{2}$ in (13 mm) logam lasan yang mulus/tanpa cacat antara inklusi terak yang berdekatan.

exceed $\frac{1}{8}$ in. (3 mm) in length or width. There shall be at least $\frac{1}{2}$ in. (13 mm) of sound weld metal between adjacent slag inclusions.

13.2.3.4 Tes lengkung-sisi

13.2.3.4 Side-bend Test

13.2.3.4.1 Persiapan

13.2.3.4.1 Preparation

Spesimen lengkung-sisi harus disiapkan sesuai dengan 5.6.5. 1.

Side-bend specimens shall be prepared in accordance with 5.6.5.1.

13.2.3.4.2 Metode

13.2.3.4.2 Method

Spesimen lengkung-sisi harus dites sesuai dengan 5.6.5.2.

Side bend specimens shall be tested in accordance with 5.6.5.2.

13.2.3.3.3 Persyaratan

13.2.3.4.3 Requirements

Persyaratan untuk performance dari spesimen uji lengkung harus sesuai dengan 5.6.4.3.

The requirements for the performance of side-bend specimens shall be in accordance with 5.6.4.3.

13.3 Rekaman

13.3 Record

Detail dari setiap prosedur berkualifikasi harus direkam pada suatu formulir yang tergabung, minimal semua item yang dicakup dalam butir 13.4. Rekaman ini harus memperlihatkan hasil komplet dari prosedur uji kualifikasi dan harus disimpan selama prosedur ini digunakan.

The details of each qualified procedure shall be recorded on a form incorporating, as a minimum, all of the items included in 13.4. This record shall show complete results of the procedure qualification test and shall be maintained as long as the procedure is in use.

13.4 Spesifikasi prosedur

13.4 Procedure Specification

Spesifikasi prosedur harus mencakup semua informasi yang berhubungan dengan pengaturan (setting up) dan usaha untuk mendapatkan operasi yang layak dari peralatan seperti yang ditunjukkan dalam butir berikut.

The procedure specification shall include all the information that is pertinent to setting up and maintaining the proper operation of the equipment as indicated in the following items:

- a. Proses las.
- b. Material pipa.
- c. Tebal dinding dan diameter pipa.
- d. Persiapan ujung pipa dan diameter pipa.
- e. Persiapan pipa, termasuk bila ada penggerindaan dari seam lasan, dan pembersihan ujung-ujung pipa untuk kontak listrik.
- f. Posisi pengelasan.

- a. Welding process.
- b. Pipe material.
- c. Pipe wall thickness and outside diameter.
- d. Pipe end preparation and outside diameter.
- e. Preparation of the pipe, including grinding of the pipe seam weld, if any, and cleaning of the pipe ends for electrical contact.
- f. Welding position.

- g. Persyaratan perlakuan panas.
- h. Persyaratan untuk pembersihan dan inspeksi dari contact shoe.
- i. Rentang voltage las, yang harus direkam pada kertas pencatat (strip chart).
- j. Rentang amperage, yang harus akan direkam pada kertas pencatat.
- k. Rentang kecepatan aksial, yang akan direkam pada kertas pencatat.
- l. Selang waktu dalam siklus lasan yang harus diidentifikasi dan direkam pada kertas pencatat.
- m. Rentang dari upset stroke, yang direkam pada kertas pencatat.
- n. Tenggang waktu sebelum pelepasan klem.
- o. Metode pelepasan internal flash.
- p. Metode pelepasan external flash.
- q. Persyaratan perlakuan pasca-panas, termasuk waktu pemanasan, suhu maksimum, waktu dari suhu, metode penentuan panas sekeliling lingkaran, laju pendinginan.

13.5 Variabel esensial

13.5.1 Umum

Prosedur pengelasan harus dikualifikasi ulang apabila salah satu dari variabel esensial yang tercantum pada 13.5.2 berubah.

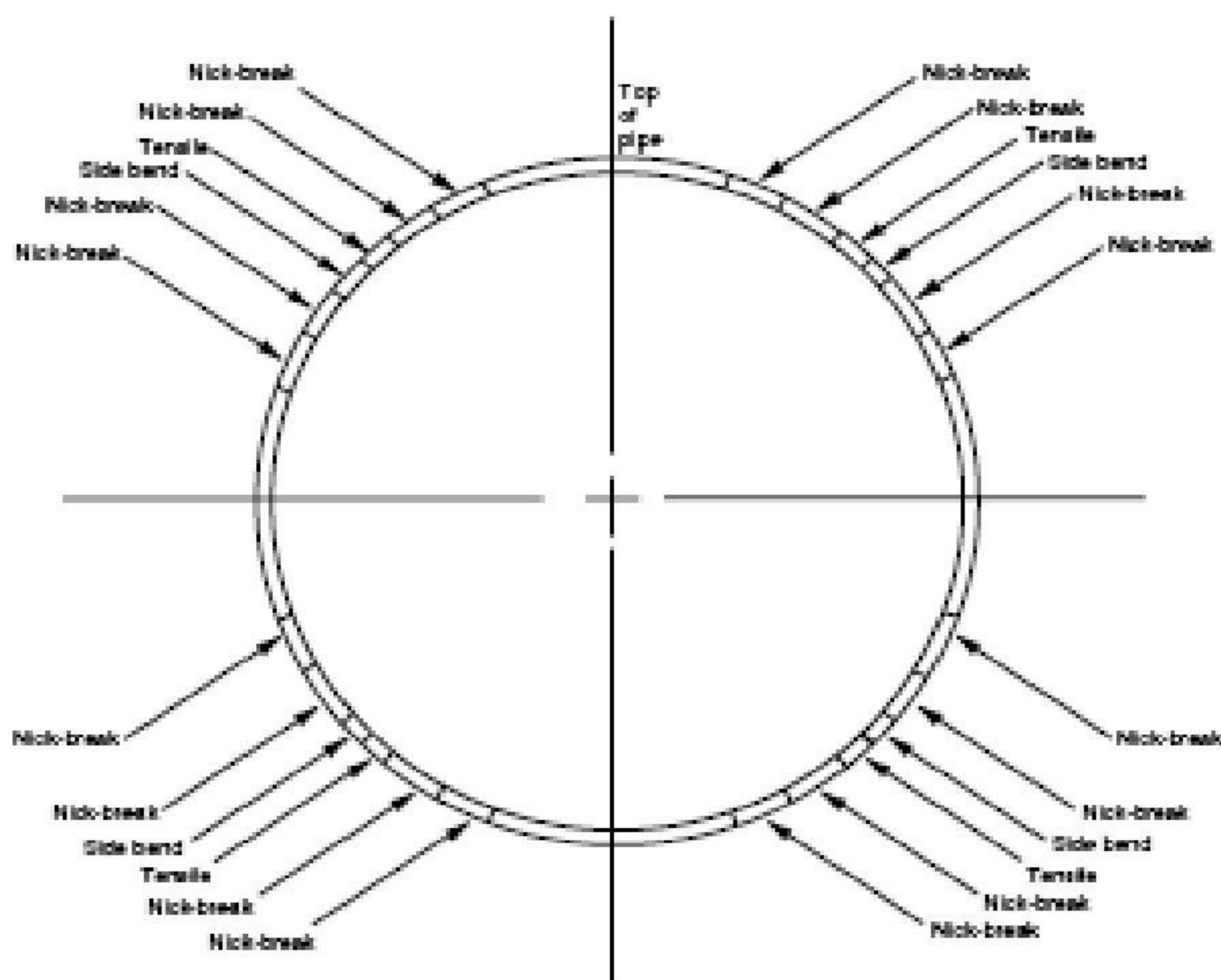
Perubahan selain dari yang dinyatakan pada 13.5.2 boleh dibuat dalam prosedur tanpa memerlukan kualifikasi ulang, asalkan spesifikasi prosedur direvisi untuk menunjukkan perubahan tersebut.

- g. Requirements for preheat treatment.
- h. Requirements for cleaning and inspection of contact shoes.
- i. Range of welding voltage, which shall be recorded on a strip chart.
- j. Range of welding amperage, which shall be recorded on a strip chart.
- k. Range of axial speed, which shall be recorded on a strip chart.
- l. Time intervals in weld cycle, which shall be identified and recorded on a strip chart.
- m. Range of upset stroke, which shall be recorded on a strip chart.
- n. Time delay before removal of clamps.
- o. Method of removing internal flash.
- p. Method of removing external flash.
- q. Requirements for post-heat treatment, including heating time, maximum temperature, time of temperature, method of determining heating around circumference, and cooling rate.

13.5 Essential Variables

13.5.1 General

A welding procedure must be re-established as a new procedure specification and must be completely re-qualified when any of the essential variables listed in 13.5.2 are changed. Changes other than those given in 13.5.2 may be made in the procedure without the need for re qualification, provided the procedure specification is revised to show the changes.



Note: All Nick-break specimens shall be in accordance with Figure 23.

Figure 22—Location of Test Built-weld Specimens for Flash-weld Procedure Qualification Test
Outside Diameter Greater Than 18 in. (457 mm) but Less Than or Equal to 24 in. (610 mm)

13.5.2 Perubahan yang memerlukan kualifikasi ulang

Perubahan pada salah satu dari faktor yang tercantum pada butir a s/d k di bawah adalah merupakan variabel esensial.

- Material pipa.
- Tebal dinding atau diameter pipa.
- Dimensi preparat pipa.
- Posisi pengelasan.
- Persyaratan perlakuan prapanas.
- Toleransi voltase pengelasan.
- Toleransi arus pengelasan.
- Toleransi kecepatan aksial.
- Selang waktu dalam siklus lasan.
- Toleransi upset stroke.
- Persyaratan untuk perlakuan pasca-panas.

13.6 Kualifikasi peralatan dan operator

Setiap unit las dan setiap operator harus dikualifikasi dengan cara memproduksi suatu lasan yang berterima menggunakan prosedur las berkualifikasi. Lasan komplet harus dites dengan metode radiografik dan tes mekanis seperti yang dispesifikasikan pada 13.2.

13.5.2 Changes Requiring Requalification

A change in any of the factors listed in items a through k below constitutes an essential variable:

- Pipe material.
- Pipe wall thickness or outside diameter.
- Pipe preparation dimensions.
- Welding position.
- Requirements for pre-heat treatment.
- Welding voltage tolerances.
- Welding current tolerances.
- Axial speed tolerances.
- Time intervals in weld cycle.
- Upset stroke tolerances.
- Requirements for post-heat treatment.

13.6 Qualification of Equipment and Operators

Each welding unit and each operator shall be qualified by producing an acceptable weld using the qualified welding procedure. The completed weld shall be tested by both radiographic and mechanical test methods, as specified in 13.2. Each

Setiap operator harus mengalami pelatihan yang secukupnya dalam pengoperasian peralatan sebelum memulai pengelasan dan harus memahami keseluruhan peralatan yang akan dioperasikan.

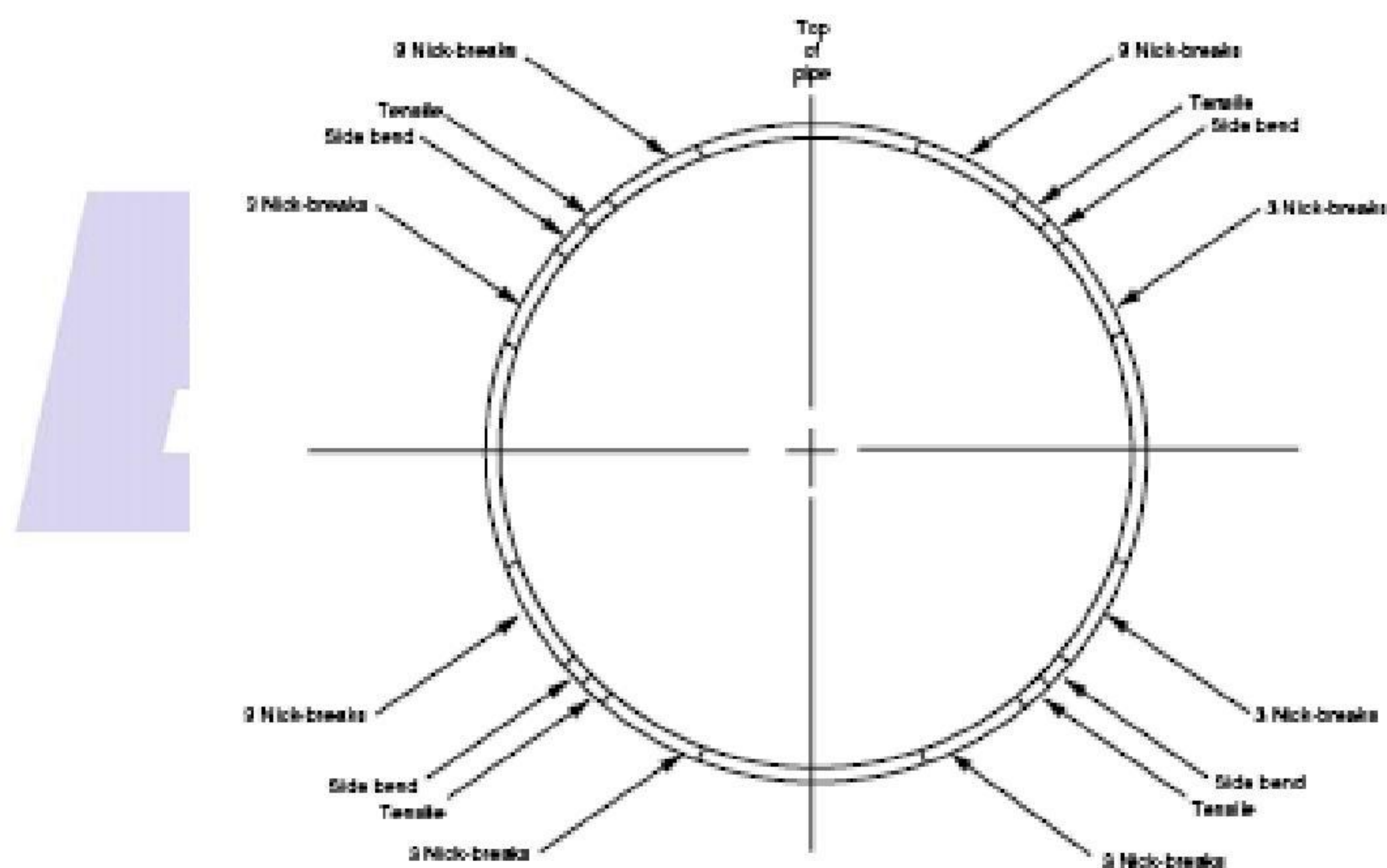
operator shall have received adequate training in the operation of the equipment prior to the start of welding and shall be thoroughly familiar with the equipment they operate.

13.7 Rekaman dari operator yang berkualifikasi

Rekaman harus dibuat dari tes-tes yang disyaratkan oleh 13.6 dan dari hasil masing-masing tes. Formulir yang serupa dengan yang diperlihatkan Gambar 2 hendaknya digunakan. (Formulir ini hendaknya dikembangkan untuk mengikuti kebutuhan masing-masing perusahaan tetapi harus cukup detail untuk membuktikan bahwa tes kualifikasi memenuhi persyaratan standar ini).

13.7 Records of Qualified Operators

A record shall be made of the tests required by 13.6 and of the detailed results of each test. A form similar to that shown in Figure 2 should be used. (This form should be developed to suit the needs of the company but must be sufficiently detailed to demonstrate that the qualification test meets the



Note: All Nick-break specimens shall be in accordance with Figure 25.

Figure 23—Location of Test Built-weld Specimens for Flash-weld Procedure Qualification Test Outside Diameter Greater Than 24 in. (610 mm) but Less Than or Equal to 30 in. (762 mm)

13.8 Jaminan Mutu Dari Lasan Produksi

13.8 Quality assurance of Production Welds

13.8.1 Kewenangan Inspeksi

13.8.1 Rights of Inspection

Perusahaan harus mempunyai kewenangan untuk menginspeksi semua lasan dengan cara tidak merusak dan dengan memotong lasan untuk keperluan uji metalurgi atau uji mekanis, atau keduanya. Frekuensi dari inspeksi dan uji tambahan tersebut harus

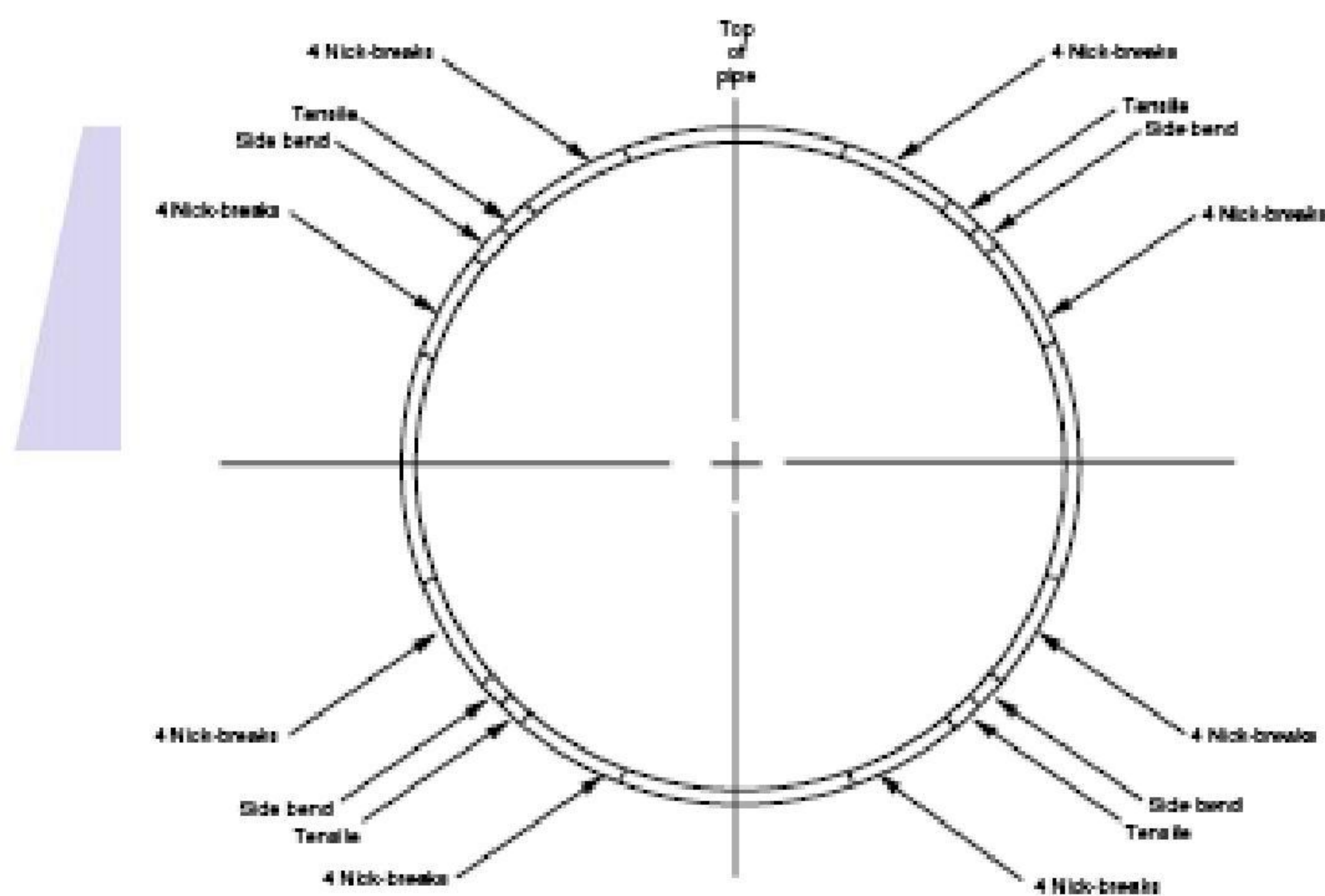
The company shall have the right to inspect all welds by nondestructive means and by removing welds and subjecting them to metallurgical or mechanical tests, or both. The frequency of such additional inspections and tests shall be as specified

seperti yang dispesifikasikan oleh by the company. perusahaan.

13.8.2 Penolakan Berdasarkan pada Kertas Pencatat 13.8.2 Rejection Based on Strip Chart

Selama tahapan pengelasan otomatis, operator harus memantau parameter prosedur elektrik dan mekanis dari mesin las pada perekam kertas pencatat. Jika salah satu dari parameter pengelasan menyimpang di luar toleransi yang dispesifikasikan dalam spesifikasi prosedur, lasan harus ditolak. Jika kertas pencatat ditemukan tidak berterima setelah pengelasan diselesaikan, sambungan harus ditolak dan dipotong dari saluran pipa.

During the automatic welding sequence, the operator shall monitor the electrical and mechanical procedure parameters of the welding machine on an appropriate strip-chart recorder. If any of the welding parameters deviate beyond the tolerances specified in the procedure specification, the weld shall be unacceptable. If the strip chart is found to be unacceptable after welding has been completed, the joint shall be rejected and removed from the line.



Note: All Nick-break specimens shall be in accordance with Figure 23.

Figure 24—Location of Test Built-weld Specimens for Flash-weld Procedure Qualification Test Outside Diameter Greater Than 30 in. (762 mm)

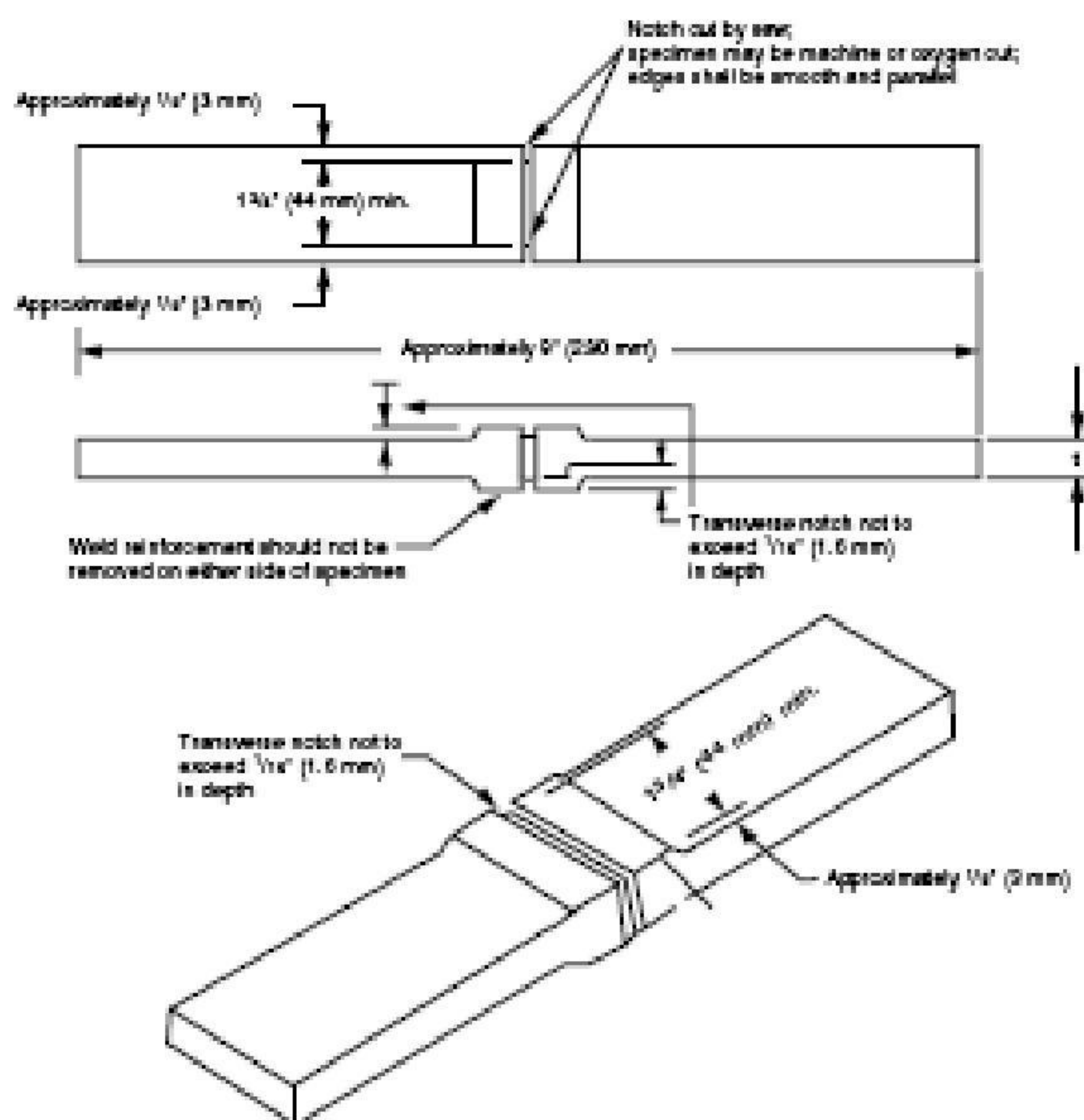


Figure 25—Two-Inch Nick-break Test Specimen

13.8.3 Penolakan Berdasarkan pada uji tak rusak

Setiap lasan produksi harus diinspeksi secara visual dan radiografi setelah dibersihkan dan perlakuan pasca-panas diselesaikan. Uji tak rusak lain boleh juga disyaratkan oleh perusahaan. Setiap lasan produksi harus memenuhi persyaratan pada butir 13.9.

13.8.3 Rejection Based on Nondestructive Testing

Each production weld shall be inspected visually and radiographically after flash removal and post-heat treatment are complete. Other nondestructive tests may also be required by the company. Each production weld shall meet the requirements of 13.9.

13.8.4 Penolakan Berdasarkan pada penguat Lasan

Penguat lasan pada diameter-dalam tidak boleh menonjol di atas bahan induk melebihi $\frac{1}{16}$ inci (2 mm). Penguat lasan pada diameter-luar tidak boleh menonjol di atas bahan induk melebihi $\frac{1}{8}$ inci (3 mm).

13.8.4 Rejection Based On Reinforcement

The inside-diameter weld reinforcement shall not be raised above the parent material by more than $\frac{1}{16}$ in. (2 mm). The outside diameter weld reinforcement shall not be raised above the parent material by more than $\frac{1}{8}$ in. (3 mm).

13.8.5 Penolakan Berdasarkan pada Perlakuan Pasca-Panas

Setiap lasan butt yang telah dibersihkan minimal harus dipanasi sesudah pengelasan

13.8.5 Rejection Based on Post-heat Treatment

As a minimum, each completed flash butt weld shall be heated after welding to a

sampai temperatur di atas Ac3, dilanjutkan dengan pendinginan yang terkontrol atau dengan pendinginan pada temperatur sekitar. Siklus perlakuan panas harus didokumentasikan menggunakan perekam kertas pencatat, dan setiap penyimpangan di luar rentang yang ditentukan untuk waktu pemanasan, temperatur maksimum, atau laju pendinginan harus diberikan perlakuan panas ulang.

13.9 Standar Penerimaan untuk uji tak Rusak

13.9.1 Umum

Standar penerimaan yang dinyatakan pada 13.9.2. berlaku untuk penentuan ukuran dan tipe ketidaksempurnaan yang ditemukan melalui metoda uji radiografi dan uji tak rusak lainnya. Standar penerimaan ini boleh juga diterapkan pada inspeksi visual.

13.9.2 Cacat

Inklusi Terak Terpisah (ITT) dianggap cacat jika ITT tunggal melebihi 1/8 inci (3 mm), atau panjang keseluruhan dari inklusi terak terpisah pada setiap panjang lasan 12 inci (300 mm) tidak boleh melebihi 1/2 inci (13 mm). Pada lasan butt flash, retak, fusi tak-lengkap, atau porositas yang dideteksi oleh uji tak rusak dapat dianggap cacat.

13.10 Reparasi Penghilangan Cacat

13.10.1 Reparasi yang Diizinkan

Reparasi berikut dapat diizinkan

- a) Cacat permukaan boleh dihilangkan dengan penggerindaan asalkan tebal dinding minimum pipa tidak berkurang.
- b) Cacat-cacat boleh dihilangkan dari lasan dengan penggerindaan, pemahatan, gouging, atau kombinasi dari metode--metode ini, diikuti dengan pereparasian lasan sesuai dengan Bab 10. Reparasi dengan pengelasan hanya diizinkan bila disetujui oleh perusahaan.

13.10.2 Reparasi yang Tidak Diizinkan

temperature above the Ac3 temperature, followed by either controlled cooling or still-air cooling. The heat treatment cycle shall be documented using a stripchart recorder, and any deviation beyond the ranges specified for heating time, maximum temperature, or cooling rate shall be cause for reheat treatment.

13.9 Acceptance Standards for Nondestructive Testing

13.9.1 General

The acceptance standards given in 13.9.2 are applicable to the determination of the size and type of imperfections located by radiography and other nondestructive test methods. They may also be applied to visual inspection.

13.9.2 Defects

ISIs shall be considered defects if any single ISI exceeds 1/8 in. (3 mm), or the aggregate length of ISIs in any continuous 12 in. (300 mm) length of weld exceeds 1/2 in. (13 mm). In flash butt welds, cracks, incomplete fusion, and porosity detected by nondestructive testing are considered defects.

13.10 Repair and Removal of Defects

13.10.1 Repairs Permitted

The following repairs are permissible:

- a. Surface defects may be removed by grinding, provided the pipe's minimum wall thickness is not violated.
- b. Defects may be removed from the weld by grinding, chipping, gouging, or a combination of these methods, followed by a weld repair in accordance with Section 10. Repair by welding is permitted only by agreement with the company.

13.10.2 Repairs Not Permitted

Reparasi dari porositas yang ditemukan pada lasan butt flash tidak diizinkan; namun demikian, porositas pada suatu deposit lasan reparasi yang dibuat dengan proses las yang berbeda diizinkan di dalam batas-batas yang ditentukan pada 9.3.8.2 atau 9.3.8.3, pilih yang berlaku.

Repair of porosity found in flash butt welds is not permitted; however, porosity in a repair weld deposit made with a different welding process is permitted within the limits defined in 9.3.8.2 or 9.3.8.3, whichever is applicable.

13.11 Prosedur Radiografi

13.11 Radiographic Procedure

Pengujian radiografi harus sesuai dengan 11.1.

Radiographic testing shall be in accordance with 11.1.



Lampiran A - Appendix A Alternative Acceptance Standards For Girth Welds

A.1 Umum

Standar kelulusan yang dinyatakan dalam Section 9 didasarkan pada kriteria empiris untuk kerapian dan meletakkan kepentingan utama pada ketidaksempurnaan panjang (cacat). Kriteria seperti ini telah memberikan rekod sangat baik mengenai reliabilitas dalam servis saluran-pipa selama bertahun-tahun. Penggunaan analisa mekanis fraktur dan kriteria fitness-for-purpose adalah suatu metode alternatif untuk menentukan standar kelulusan dan menggabungkan evaluasi pentingnya ketidaksempurnaan kedalaman (cacat kedalaman) dan ketidaksempurnaan panjangnya (cacat). Kriteria fitness-for-purpose memberikan lebih banyak ukuran ketidaksempurnaan (cacat) yang diperbolehkan, tetapi hanya bila dilakukan tes kualifikasi prosedur, analisa tegangan, dan inspeksi tambahan. Apendiks ini menyajikan persyaratan minimum untuk mengizinkan penggunaan standar kelulusan alternatif. Hal ini tidak menghalangi penggunaan Section 9 untuk menentukan batas ketidaksempurnaan (cacat) yang dapat ditolerir untuk sebarang lasan, juga tidak mengenakan sebarang restriksi atas tegangan yang diperbolehkan, karena hal ini dicakup oleh standar dan peraturan lain. Penggunaan apendiks ini untuk mengevaluasi setiap atau semua ketidaksempurnaan (cacat), termasuk retak melingkar, adalah kehendak perusahaan sepenuhnya.

Biasanya tidak praktis untuk mengkualifikasi lasan saluran-pipa individual untuk batas kelulusan kata cacat dan frasa-frasa lain yang mengandung kata cacat tidak berterima menurut Section 6, karena pengetesan destruktif diperlukan untuk menentukan level ketahanan fraktur minimum bagi prosedur pengelasan yang dipertimbangkan. Hanya lasan melingkar di antara pipa-pipa dengan ketebalan dinding nominal yang sama yang dicakup dalam apendiks ini. Lasan dalam stasiun pompa dan stasiun kompresor tidak dicakup,

A.1 General

The acceptance standards given in Section 9 are based on empirical criteria for workmanship and place primary importance on imperfection length. Such criteria have provided an excellent record of reliability in pipeline service for many years. The use of fracture mechanics analysis and fitness-for-purpose criteria is an alternative method for determining acceptance standards and incorporates evaluation of the significance of both imperfection height and imperfection length. The fitness-for-purpose criteria provide more generous allowable imperfection sizes, but only when additional procedure qualification tests, stress analyses, and inspections are performed. This appendix presents the minimum requirements to permit use of the alternative acceptance standards. It does not prevent the use of Section 9 for determining imperfection acceptance limits for any weld, nor does it impose any restriction on allowable strain, since this is covered by other standards and regulations. Use of this appendix for the evaluation of any or all imperfections, including circumferential cracks, is completely at the company's option.

It is usually impractical to qualify individual pipeline welds for the alternative acceptance limits after a defect under Section 9 is detected, because destructive testing is required to establish the minimum fracture toughness level for the welding procedure under consideration. Only circumferential welds between pipes of equal nominal wall thickness are covered by this appendix. Welds in pump or compressor stations are excluded, as are fittings and valves in the main line. Repair welds are also excluded. Welds subjected to applied axial strain of

sebagaimana halnya fitting dan katup dalam saluran utama. Lasan reparasi juga tidak tercakup. Lasan yang ditentukan oleh tegangan aksial yang berlaku lebih dari 0,5% tidak dicakup dalam apendiks ini. Standar kelulusan alternatif dibatasi untuk bagian-bagian saluran-pipa yang dilakukan inspeksi non-destruktif untuk semua lasan girth yang esensial. Kriteria berterima fitness-for-purpose boleh diberlakukan untuk sebarang jumlah lasan girth saluran-pipa yang tidak dikecualikan dan memenuhi persyaratan tambahan apendiks ini.

Dalam apendiks ini penggunaan kalimat batas ketidaksempurnaan (cacat) yang dapat ditolerir dan kalimat lain yang mengandung kata ketidaksempurnaan (cacat) tidak dimaksudkan untuk menyatakan kondisi cacat sebarang kekurangan integritas lasan. Semua lasan mengandung ciri-ciri tertentu yang dinyatakan secara beragam sebagai artifak, ketidak-sempurnaan, diskontinuitas, atau cacat. Tujuan utama apendiks ini ialah untuk merumuskan, berdasarkan analisa teknis, pengaruh berbagai tipe, ukuran, dan bentuk dari kelainan (disebut ketidaksempurnaan) yang sepadan dari semua lasan untuk jasa tertentu

Keterangan: Apendiks ini hanya memuat nilai-nilai yang tertera dalam unit inch-pound; namun demikian dapat diperbolehkan untuk mengevaluasi dalam unit SI.

A.2 Persyaratan tambahan untuk analisa tegangan

A.2.1 Tegangan desain aksial

Untuk menggunakan apendiks ini, perusahaan wajib melakukan analisa tegangan untuk menentukan tegangan desain aksial maksimum untuk saluran-pipa. Tegangan aksial total yang terjadi pada bagian ketidaksempurnaan (cacat) juga mencakup tegangan residual dari pengelasan, yang dalam hal lasan yang tidak di-stress relieved secara thermal, boleh mendekati kuat ulur material. Jumlah kuat-tarik dan tegangan residual yang diberlakukan dapat melampaui kuat-ulur dan lebih mudah ditangani sebagai pr0sen

more than 0.5% are not covered by this appendix. The alternative acceptance standards are restricted to pipeline sections for which nondestructive inspection is performed for essentially all girth welds. The fitness-for-purpose acceptance criteria may be applied to any number of a pipeline's girth welds that are not excluded and that meet the additional requirements of this appendix.

In this appendix, the use of the phrase imperfection acceptance limits and other phrases containing the word imperfection is not intended to imply a defective condition or any lack of weld integrity. All welds contain certain features variously described as artifacts, imperfections, discontinuities, or flaws. The primary purpose of this appendix is to define, on the basis of a technical analysis, the effect of various types, sizes, and shapes of such anomalies (called imperfections herein) on the suitability of the whole weld for a specific service.

Note: This appendix contains only values expressed in inch-pound units; however, it is acceptable to make evaluations with all values expressed in SI units.

A.2 Additional Requirements for Stress Analysis

A.2.1 Axial Design Stress

To use this appendix, the company must perform a stress analysis to determine the maximum axial design stresses for the pipeline. The total axial stress acting on a imperfection also includes a residual stress from welding, which, in the case of welds that are not thermally stress relieved, may approach the yield strength of the material. The total of the applied tensile stress and the residual stress may exceed the yield strength and is more conveniently treated as percent strain. A yield-strength residual strain of 0.2% was assumed in developing

tegangan. Tegangan residual kuat-ulur 0,2 persen diambil dalam menyusun kriteria kelulusan yang disebut dalam apendiks ini. Tegangan aksial diberlakukan maksimum yang akan digunakan untuk saluran-pipa tertentu harus ditetapkan dengan analisa tegangan dan didokumentasikan oleh perusahaan.

A.2.2 Tegangan cyclic

A.2.2.1 Analisa

Analisa tegangan cyclic harus mencakup penentuan spektrum kelelahan terprediksi dengan mana salura-pipa akan diekpos selama umur desainnya. Spektrum ini harus mencakup tetapi tidak terbatas pada tegangan-tegangan disebabkan oleh pengetesan hidrostatik, tegangan pemasangan, dan bila diberlakukan, tegangan thermal, tegangan seismik dan tegangan surut (*subsidence stress*). Spektrum harus terdiri dari beberapa level tegangan aksial cyclic dan jumlah siklus yang diberlakukan untuk masing-masingnya. Jika level tegangan bervariasi dari siklus ke siklus, metode penghitungan yang sesuai, seperti metode rainflow, harus digunakan untuk menentukan level tegangan cyclic dan hitungan siklus.

Catatan: Untuk contoh penggunaan metode rainflow, lihat "Fatigue Failure Predictions for Complicated Stress-Strain Histories" oleh N.E. Dowling, Journal of Materials, March 1972, Volume 7, No. 1, hl. 71-87.

Severitas spektrum, S^* , harus dikalkulasi dari rumus berikut:

$$S^* = N_1(\sigma_1)^3 + N_2(\sigma_1)^3 + N_k(\sigma_k)^3 \quad (A-1)$$

Di mana :

- S^* = severitas spektrum
- N_1 = jumlah pada level tegangan cyclic
- σ_1 = rentang tegangan cyclic dalam kips per inci persegi
- Subskrip k = jumlah level tegangan cyclic
- Subskrip i = rentang kenaikan I ke k.

the acceptance criteria given in this appendix. The maximum applied axial strain to be used for a particular pipeline shall be determined by stress analysis and documented by the company.

A.2.2 Cyclic Stress

A.2.2.1 Analysis

The cyclic stress analysis shall include the determination of predicted fatigue spectrum to which the pipeline will be exposed over its design life. This spectrum shall include but is not limited to stresses imposed by hydrostatic testing, installation stresses, and where applicable, thermal, seismic, and subsidence stresses. The spectrum should consist of several cyclic axial stress levels and the number of cycles applicable to each. If the stress levels vary from cycle to cycle, a suitable counting method, such as the rainflow method, should be used to determine cyclic stress levels and cycle count.

Note: For an example of the use of the rainflow method, see N. E. Dowling, "Fatigue Failure Predictions for Complicated Stress-Strain Histories," Journal of Materials, March 1972, Volume 7, Number 1, pp. 71 – 87.

The spectrum severity, S^* , should be calculated from the following formula:

$$S^* = N_1(\Delta\sigma_1)^3 + N_2(\Delta\sigma_1)^3 + N_k(\Delta\sigma_k)^3$$

Where

- S^* = spectrum severity,
- N_i = number of cycles at the i th cyclic stress level,
- $\Delta\sigma_i$ = cyclic stress range, in kips per square in.,
- Subscript k = number of cyclic stress levels,
- Subscript i = range of increments from 1 to k.

Ukuran-ukuran cacat yang diperbolehkan menurut Gambar A-5 berlaku bila S^* kurang dari atau sama dengan 4×10^7 . Bila S^* lebih besar dari 4×10^7 , apendiks ini tidak boleh digunakan.

A.2.2.2 Efek lingkungan terhadap kelelahan

Pembesaran ketidaksempurnaan lasan (cacat) disebabkan oleh kelelahan adalah fungsi intensitas tegangan, siklus pembebanan, ukuran ketidaksempurnaan (cacat), dan lingkungan pada ujung retakan. Dalam hal tidak terdapat unsur kontaminasi, minyak dan hidrokarbon dianggap tidak lebih buruk dari udara. Air, air asin dan solusi cairan yang mengandung CO_2 atau H_2S , walaupun demikian, dapat meningkatkan laju pembesaran. Adalah normal bila sejumlah kecil komponen ini terdapat dalam saluran-pipa non-korosif nominal. Bila konsentrasi CO_2 atau H_2S melampaui level historis tipikal yang dialami dalam saluran-pipa non-korosif, apendiks tidak boleh digunakan, kecuali terdapat bukti bahwa level yang diusulkan tidak mengakibatkan akselerasi pembesaran retak kelelahan. Efek lingkungan terhadap pembesaran retak kelelahan di luar pipa pada lasan girth diperkecil dengan pelapisan eksternal dan proteksi katodik dan tidak membatasi penggunaan apendiks ini.

A.2.3 Retakan *sustained-load*

Lingkungan tertentu dapat memperbesar pembentukan ketidaksempurnaan (cacat) dalam servis pada *sustained load* atau menyebabkan kerapuhan pada bahan di sekitar ketidaksempurnaan (cacat) sehingga ketidaksempurnaan (cacat) yang tadinya dorman menjadi kritis. Lingkungan ini khususnya mengandung H_2S , tetapi dapat pula mengandung hidroksida, nitrat dan karbonat yang kuat. Bila bahan-bahan ini berada dalam pipa, tegangan ambang batas minimum harus ditetapkan dan apendiks ini tidak boleh digunakan jika tegangan yang dikalkulasi melampaui nilai ambang batas. Mengenai servis H_2S , definisi servis seperti ini haruslah menurut yang terdapat dalam NACE MR-01-75. Walaupun eksposur eksternal terhadap karbonat dan nitrat dalam tanah telah dinyatakan menimbulkan

The allowable imperfection sizes shown in Figure A-5 apply when S^* is less than or equal to 4×10^7 . When S^* is greater than 4×10^7 , this appendix shall not be used.

A.2.2.2 Environmental Effects on Fatigue

The enlargement of weld imperfections due to fatigue is a function of stress intensity, cycles of loading, imperfection size, and the environment at the crack tip. In the absence of contaminating elements, oil and hydrocarbons are considered no worse than air. Water, brine, and aqueous solutions that contain CO_2 or H_2S may, however, increase the growth rate. It is normal for minor amounts of these components to be present in nominally noncorrosive pipelines. When the concentration of either CO_2 or H_2S exceeds typical historical levels experienced in noncorrosive pipelines, this appendix shall not be used, unless evidence exists that the proposed levels do not result in acceleration of fatigue crack growth. The effects of environment on fatigue crack growth external to the pipe at girth welds are normally mitigated by external coating and cathodic protection and do not limit the use of this appendix.

A.2.3 Sustained-Load Cracking

Certain environments may enhance imperfection growth in service at *sustained load* or induce brittleness in the material surrounding the imperfection to the point that an otherwise dormant imperfection becomes critical. These environments typically contain H_2S but may contain strong hydroxides, nitrates, or carbonates. When these materials are present inside the pipe, a minimum threshold stress shall be established, and this appendix shall not be used if the calculated stress exceeds the threshold value. With respect to H_2S service, the definition of such service shall be that given in NACE MR0175. Although external exposure to carbonates and nitrates in the soil has been shown to produce stress corrosion cracking in a small number of cases, the cracking is normally

retak korosi tegangan dalam sejumlah kecil kasus, retakan ini biasanya retak aksial dan dikaitkan dengan tegangan melingkar bukannya dengan tegangan aksial. Tidak ada kegagalan saluran-pipa yang diketahui berasal dari retak korosi tegangan dalam lasan girth.

Frekuensi dan severitas retak korosi tegangan dapat diperkecil dengan menggunakan pelapisan yang baik dan proteksi katodik yang baik. Penggunaan apendiks ini tidak dihalangi jika ekposur langsung terhadap lingkungan agresif dicegah dengan pelapisan yang didesain untuk menahan lingkungan.

A.2.4 Pembebanan dinamis

Analisa tegangan harus mencakup pertimbangan pembebanan dinamis potensial pada lasan girth, seperti beban dari katup penutup dan katup pengecek. Apendiks ini tidak berlaku untuk lasan yang di-strain pada laju lebih besar dari 10^{-3} detik⁻¹ (laju tegangan 30 kips per satu inci persegi per detik untuk baja)

A.3 Prosedur pengelasan

A.3.1 Umum

Pengontrolan variabel yang diperlukan untuk menjamin level ketahanan fraktur berterima dalam prosedur pengelasan adalah lebih ketat dari pada pengontrolan prosedur pengelasan tanpa persyaratan ketahanan minimum. Kualifikasi prosedur pengelasan yang akan digunakan dengan apendiks ini harus sesuai dengan Section 5 atau 12 standar ini, dengan pengecualian dan persyaratan tambahan berikut:

- a) Pengetesan "Crack-tip-opening Displacement" (CTOD) harus dilakukan menurut butir A.3.3.
- b) Spesimen kuat-tarik yang digunakan untuk mengkualifikasi prosedur pengelasan tidak boleh gagal dalam lasan.

axial and is associated with circumferential stress rather than axial stress. No pipeline failures are known to have originated from stress corrosion cracking in a girth weld.

The frequency and severity of stress corrosion cracking can be mitigated by the use of proper coating and proper cathodic protection. The use of this appendix is not precluded when direct exposure to the aggressive environment is prevented by a coating designed to resist the environment.

A.2.4 Dynamic Loading

The stress analysis shall include consideration of potential dynamic loading on girth welds, such as loads from closure of check valves. This appendix does not apply to welds strained at a rate greater than 10^{-3} seconds⁻¹ (a stressing rate of 30 kips per sq. in. per second for steel).

A.3 Welding Procedure

A.3.1 General

The controls of the variables necessary to ensure an acceptable level of fracture toughness in a welding procedure are more stringent than those controlling welding procedures without minimum toughness requirements. Qualification of welding procedures to be used with this appendix shall be in accordance with Sections 5 or 12 of this standard, with the following exceptions and additional requirements:

- a. Crack-tip-opening displacement (CTOD) testing shall be performed in accordance with A.3.3.
- b. The tensile-strength specimen used to qualify the welding procedure shall not fail in the weld.

Setiap perubahan variabel esensial yang dispesifikasi berikut ini mengharuskan prosedur pengelasan dikualifikasi ulang:

- a) Perubahan proses pengelasan atau perubahan metode penerapan.
- b) Perubahan kualitas (grade) atau proses pabrikan (pabrik) material pipa atau perubahan dasar dalam komposisi atau pengolahan bahan kimia (oleh pabrikan tunggal)
- c) Perubahan besar dalam desain sambungan (misalnya dari galur U ke galur V). Perubahan kecil pada sudut bevel atau "muka akar" (land) galur lasan bukannya variabel esensial.
- d) Perubahan posisi dari berputar kepada tetap atau sebaliknya.
- e) Perubahan tebal dinding nominal yang telah dikualifikasi tidak lebih dari kira-kira 0,125 inci.
- f) Perubahan dalam ukuran atau tipe logam pengisi, termasuk perubahan pamanufaktur, bahkan dalam klasifikasi AWS.
- g) Peningkatan waktu antara penyelesaian root bead dan awal bead kedua.
- h) Perubahan dalam arah (misalnya, dari turun vertikal ke naik vertikal atau sebaliknya).
- i) Perubahan dari satu gas pelindung ke gas pelindung lain atau dari suatu campuran gas ke campuran yang berbeda.
- j) Perubahan dalam jumlah aliran nominal dari gas pelindung melebihi dari $\pm 10\%$.
- k) Perubahan fluks pelindung, meliputi perubahan pada pabrikan dalam klasifikasi AWS.
- l) Perubahan pada masukan panas nominal dari bead lebih dari 10%. Masukan panas dapat dihitung dari persamaan berikut :

$$J = 60VA/S$$

Di mana:

J = input panas, dalam joule per inci.
 V = voltase
 A = amperage
 S = kecepatan, inci per menit

Any change in the essential variables specified below shall require re-qualification of the welding procedure:

- a. A change in the welding process or method of application.
- b. A change in the grade or manufacturing process (manufacturer) of the pipe material or a basic change in the chemical composition or processing (by a single manufacturer).
- c. A major change in joint design (e.g., from U groove to V groove). Minor changes in the angle of bevel or the land of the welding groove are not essential variables.
- d. A change in position from roll to fixed, or vice versa.
- e. A change in the nominal qualified wall thickness of more than ± 0.125 in.
- f. A change in the size or type of filler metal, including a change of manufacturer, even within an AWS classification.
- g. An increase in the time between completion of the root bead and the start of the second bead.
- h. A change in direction (e.g., from vertical downhill to vertical uphill, or vice versa).
- i. A change from one shielding gas to another or from one mixture of gases to a different mixture.
- j. A change in the nominal qualified flow rate of shielding gas of more than $\pm 10\%$.
- k. A change in the shielding flux, including a change in manufacturer within an AWS classification.
- l. A change in the nominal heat input of any bead of more than 10%. The heat input may be calculated from the following equation:

$$J = 60VA/S$$

Where

J = heat input (in joules per in.),
 V = voltage,
 A = amperage,
 S = speed (in in. per minute).

- m) Perubahan dalam tipe arus (AC atau DC) atau polaritas.
- n) Perubahan dalam persyaratan untuk perlakuan pra-panas.
- o) Perubahan dalam persyaratan pasca-panas atau penambahan atau penghilangan satu persyaratan untuk perlakuan pasca-panas.
- p) Perubahan pada diameter luar nominal pipa lebih dari $-0.25D$ atau $+0.5D$ dimana D adalah diameter luar pipa pada prosedur kualifikasi lasan.

A.3.2 Pengetesan ketahanan fraktur

Untuk menggunakan kriteria kelulusan lasan-girth alternatif, ketahanan fraktur lasan harus ditentukan dengan pengetesan. Metode pengetesan ketahanan-fraktur yang berlaku adalah metode CTOD. Untuk tujuan apendiks ini, minimum ketahanan fraktur adalah 0.005 inci atau 0.010 inci atau diantara kedua ukuran tersebut.

Tes CTOD harus dilakukan menurut BS 7448: Part 2 seperti yang disuplemen oleh apendiks ini. Tes yang dipilih (B x 2B) harus digunakan. Seperti yang ditunjukkan dalam Gambar A-1, spesimen harus diorientasikan sehingga panjangnya sejajar dengan sumbu pipa dan lebarnya dalam arah melingkar; jadi garis bibir retakan ke arah through-thickness. Ketebalan spesimen (lih. Gambar A-2) harus sama dengan ketebalan pipa dikurangi penggilingan dan pengerindaan minimum yang diperlukan untuk menghasilkan spesimen dengan penampang persegi panjang yang ditentukan dan penyelesaian permukaan dari segmen pipa lengkung. (Tonjolan las harus dibuang). Spesimen harus di-etch setelah penyiapan awal menunjukkan deposit lasan dan zona geometri dipengaruhi-panas. Untuk tes logam-lasan, takik dan ujung retak kelelahan harus dilokasikan selengkapanya dalam logam lasan; selanjutnya, atau penyiapan tipikal lasan dari lasan girth saluran-pipa, takik dan ujung retak kelelahan harus berada di pusat lasan (lih. Gambar A-3).

Untuk setiap tes zona dipengaruhi-panas harus dilakukan survei microhardness atas

- m. A change in the type of current (AC or DC) or polarity.
- n. A change in the requirements for pre-heat treatment.
- o. A change in the requirements for post-heat treatment or addition or deletion of a requirement for post-heat treatment.
- p. A change in the nominal pipe outside diameter more than $-0.25D$ or $+0.5D$, where D is the pipe outside diameter of procedure qualification welds.

A.3.2 Fracture Toughness Testing

To use the alternative girth-weld acceptance criteria, the fracture toughness of the weld shall be determined by testing. The applicable fracture-toughness test method is the CTOD method. For the purpose of this appendix, the minimum fracture toughness can be 0.005 in. or 0.010 in. or a value between these two values.

CTOD tests shall be performed in accordance with BS 7448: Part 2 (BSI 5762), as supplemented by this appendix. The preferred test piece (B X 2B) shall be used. As shown in Figure A-1, the specimen should be oriented so that its length is parallel to the pipe axis and its width is in the circumferential direction; thus, the crack-tip line is oriented in the through-thickness direction. The specimen thickness (see Figure A-2) should be equal to the pipe thickness less the minimum amount of milling and grinding necessary to produce a specimen with the prescribed rectangular cross section and surface finish from a curved pipe segment. (The weld reinforcement shall be removed.) The specimen should be etched after initial preparation to reveal the weld deposit and the geometry of the heataffected zone. For weld-metal tests, the notch and fatigue crack tip should be located completely in weld metal; furthermore, for weld preparations typical of pipeline girth welds, the notch and fatigue crack tip should be at the center of the weld (see Figure A-3).

For each heat-affected zone test, a microhardness survey should be conducted

spesimen itu sendiri atau atas kopon penampang lintang lasan dari sekitar spesimen terdekat (lih. Gambar A-4). Tujuan survei ini adalah untuk menemukan area dengan kekerasan terbesar (dengan mengabaikan cacatan anomali terisolasi). Area ini biasanya ditemukan dalam zona dipengaruhi-panas, tepat berdampingan dengan saluran fusi untuk pass lasan terakhir. Takik dan ujung retak kelelahan ditempatkan demikian rupa hingga memotong area dengan kekerasan terbesar, dengan mengabaikan fakta bahwa sebagian besar bibir retak kelelahan biasanya tidak berada di dalam zona dipengaruhi-panas.

Setelah pengetesan, perhatian khusus harus diberikan terhadap kriteria validitas 12.4.1 dari BS 7448: Part 2; kriteria ini berkaitan dengan geometri bibir retak kelelahan. Untuk apendiks ini, nilai wajar CTOD adalah δ_c , δ_u , atau δ_m . [Ini adalah istilah mutually exclusive menurut definisi BS 7448: Part 2 yang menjelaskan tiga kemungkinan hasil tes yang mutually exclusive. Nilai δ_i (CTOD pada awal pertumbuhan retak stabil) tidak mempunyai arti dalam kaitan dengan apendiks ini dan tidak perlu diukur]. Bila δ_m berlaku, harus diambil tindakan hati-hati untuk mengukur dari titik attainment pertama beban maksimum. "Pop-in cracking" harus dianggap sebagai peristiwa pengontrolan jika terjadi penurunan beban. Laporan tes harus mencakup semua butir dispesifikasikan dalam Section 13 of BS 7448: Part 2. Perhatian khusus harus diberikan kepada pelaporan posisi spesimen tes dalam lasan kualifikasi dan pada perbedaan apakah nilai CTOD yang dilaporkan menggambarkan nilai δ_c , δ_u , atau δ_m . Laporan tes harus juga mencakup copy yang jelas mengenai rekod pemindahan beban dan rekod timbulnya permukaan fraktur; persyaratannya dapat dipenuhi dengan foto jelas dari satu atau kedua permukaan fraktur atau me-retain satu atau kedua permukaan fraktur (menyimpan dan mengidentifikasinya dengan baik) untuk pengamatan langsung.

on the specimen itself or on a weld cross-section coupon taken from the immediate vicinity of the specimen (see Figure A-4). The objective of this survey is to locate the area of greatest hardness (discounting isolated anomalous readings). This area will normally be found to be in the heat-affected zone, immediately adjacent to the fusion line for the last welding pass. The notch and fatigue crack tip should be placed so that they cross the area of greatest hardness, disregarding the fact that most of the resulting fatigue crack front will usually not be in the heat-affected zone.

After testing, particular attention should be given to the validity criteria of 12.4.1 of BS 7448: Part 2; these criteria deal with the geometry of the fatigue crack front. For this appendix, the appropriate value of CTOD shall be δ_c , δ_u , or δ_m . (These are mutually-exclusive terms defined in BS 7448: Part 2 that describe the three possible and mutually-exclusive outcomes of the test. The value of δ_i [CTOD at initiation of stable crack growth] has no significance with regard to this appendix and need not be measured.) When δ_m applies, care should be taken to measure from the point of first attainment of maximum load. "Pop in cracking" must be considered the controlling event if any load drop occurs. The test report shall include all items specified in Section 13 of BS 7448: Part 2. Particular attention should be given to reporting the position of the test specimen in the qualification weld and to distinguishing whether the reported CTOD value represents δ_c , δ_u , or δ_m . The test report shall also include a legible copy of the load-displacement record and a record of the appearance of the fracture surfaces; the latter requirement can be satisfied by a clear photograph of one or both fracture surfaces or by retaining one or both fracture surfaces (properly preserved and identified) for direct observation.

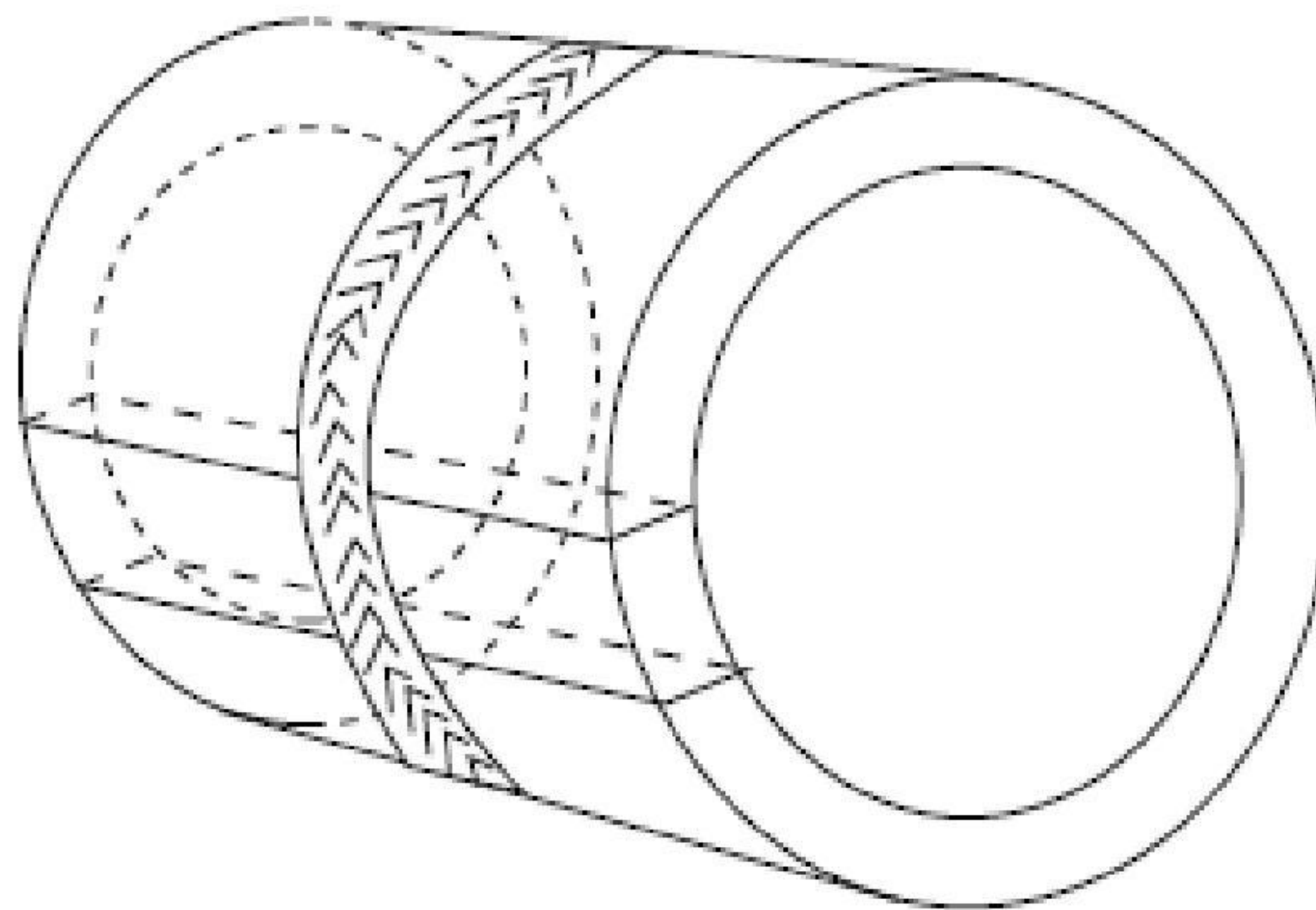


Figure A-1—Location of CTOD Test Specimens

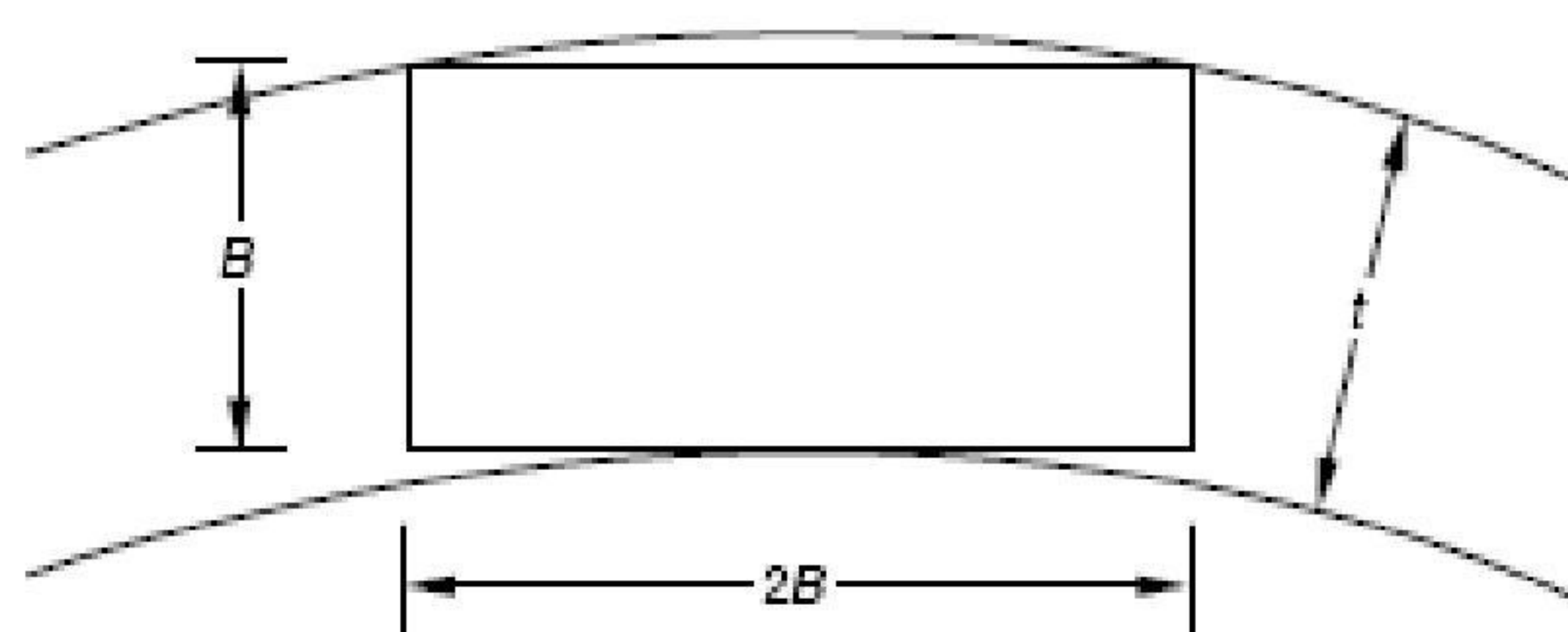


Figure A-2—Machining Objective for CTOD Test Specimen with Respect to Pipe Wall

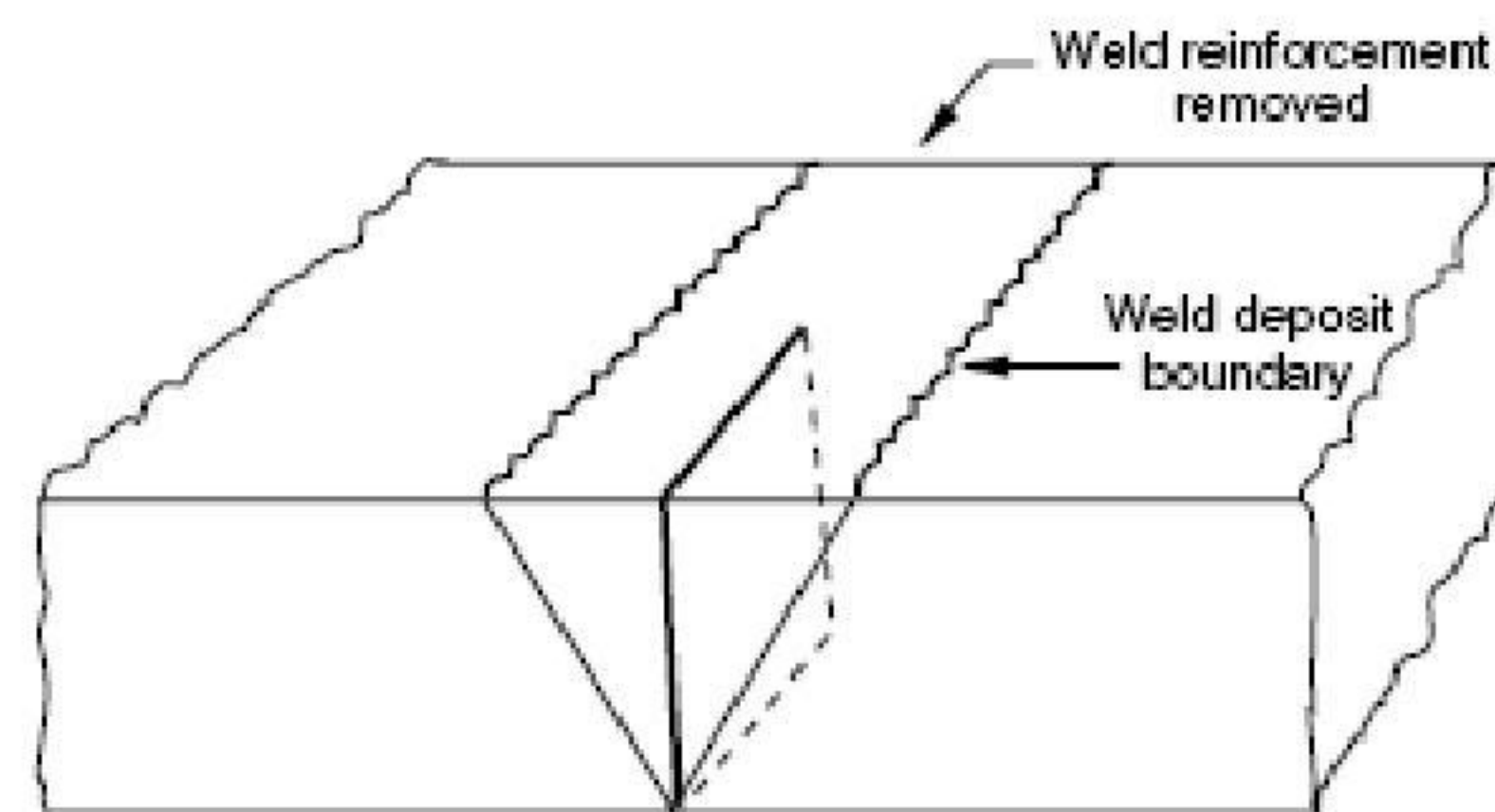


Figure A-3—Location of Notch for Weld-metal Specimen

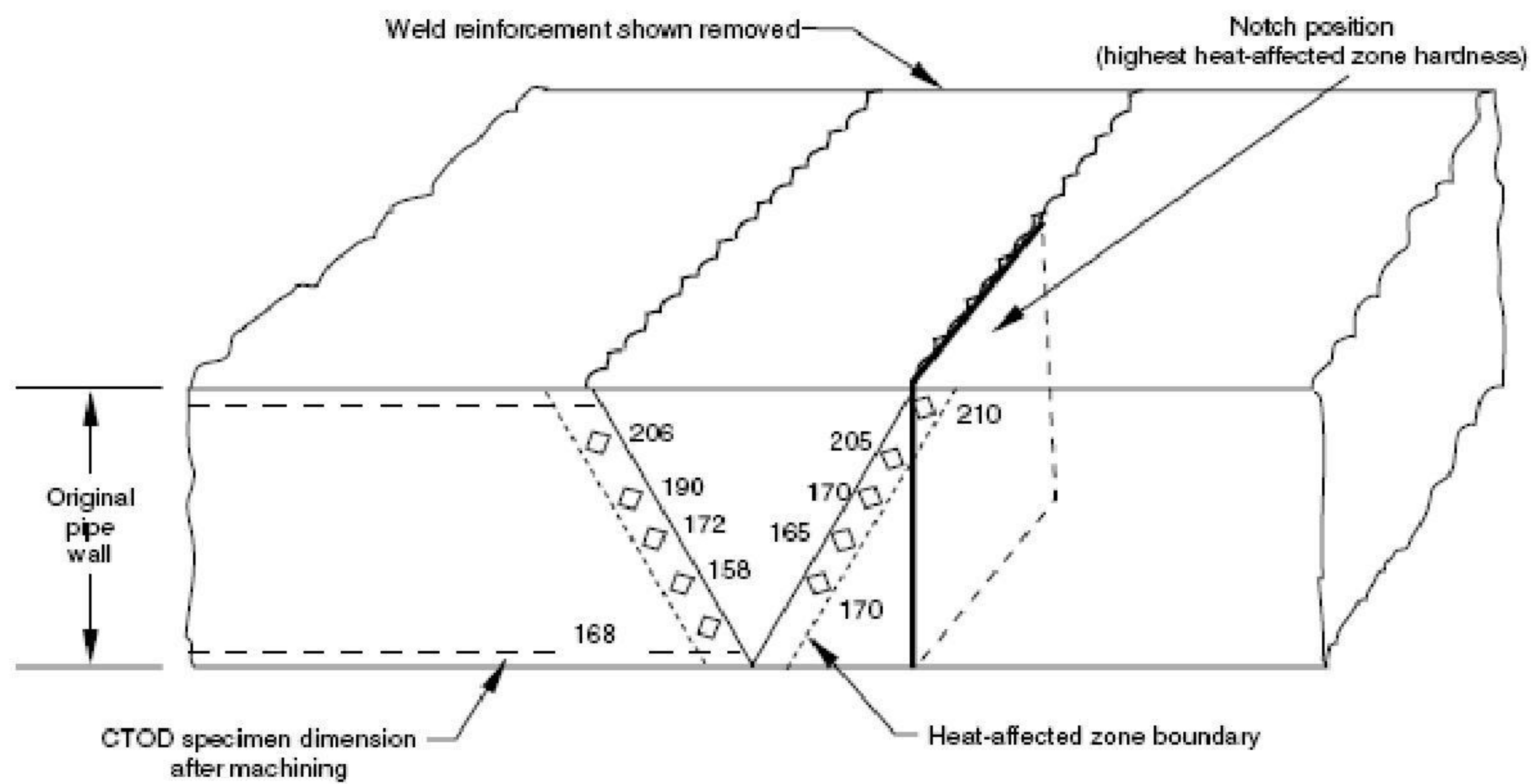
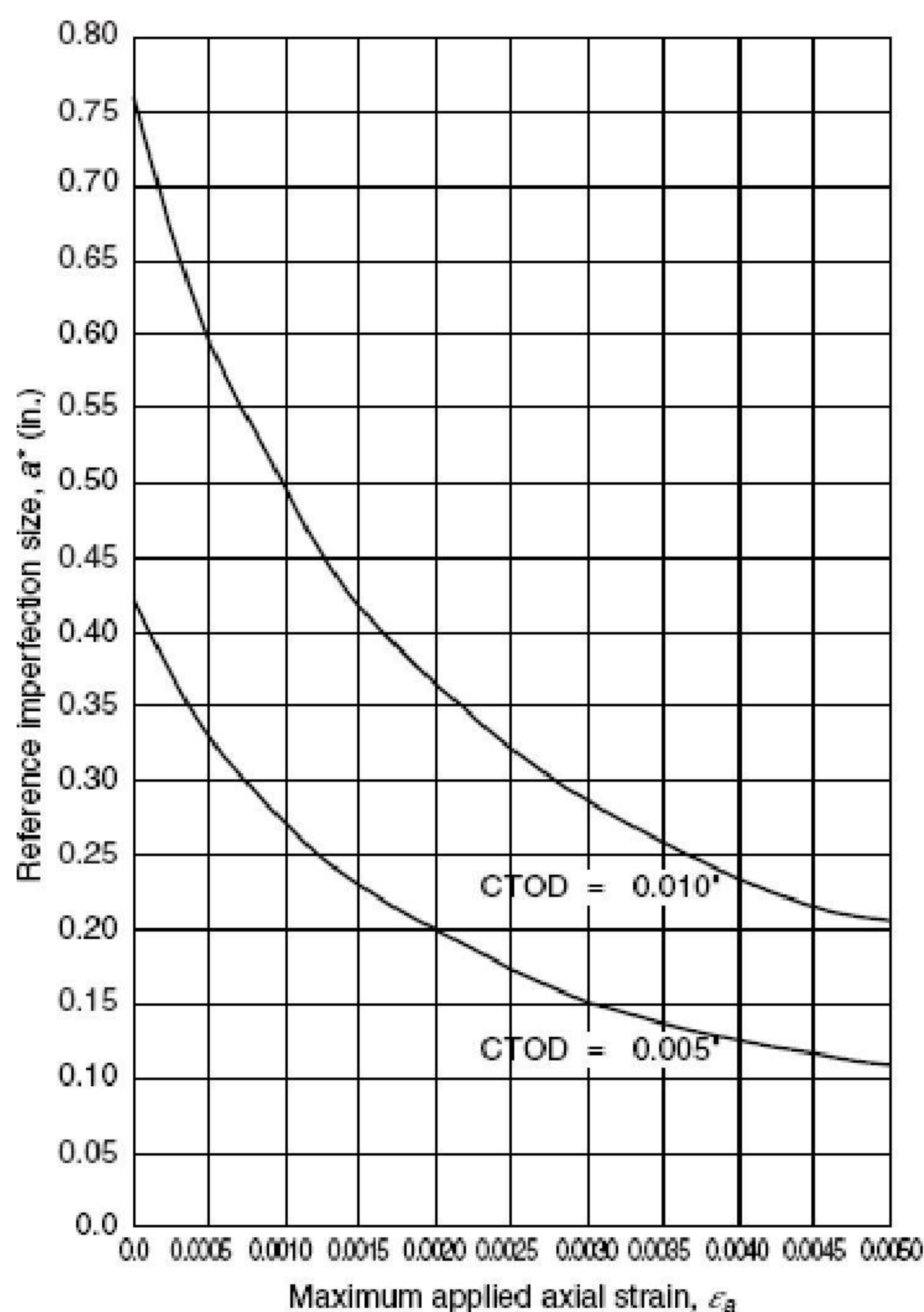


Figure A-4—Location of Notch for Heat-affected Zone Specimen



Notes:

1. In addition to all other limitations, the height shall not exceed one-half the wall thickness.
2. For interacting imperfections, the length and height of the imperfection shall be determined by Figure A-6.
3. For surface imperfections, the allowable imperfection height, a^* , is subject to the restriction of Note 1.
4. For buried imperfections, the allowable imperfection height, $2a^*$, is subject to the restriction of Note 1. The status of a buried imperfection is determined by Figure A-6, Case 4.
5. Limits on imperfection length are given in Table A-3.
6. The maximum allowable applied axial strain may be limited by other standards and regulations.
7. A residual strain of 0.002 in. per inch is included in each of the curves.
8. The CTOD curve equation is:

$$a \text{ (in.)} = \{[\delta_c/2\pi(\epsilon_a - 0.25\epsilon_0)]^{-1/2} + 0.1667\}^{-2}$$

$$\epsilon_a = \epsilon \text{ applied} + \epsilon \text{ residual} = \epsilon \text{ applied} + 0.002 \text{ in.}$$

$$\epsilon_0 = 0.002 \text{ in.}$$

$$\delta_c = \text{CTOD value of 0.005 in. or 0.010 in. or a value between these two values based on minimum value obtained during testing}$$

Figure A-5—Alternative Acceptance Criteria for Circumferential Planar Imperfections

A.3.3 Pengujian CTOD untuk kualifikasi prosedur

Uji CTOD untuk kualifikasi prosedur harus dilakukan seperti di bawah ini dan harus sesuai dengan rincian pengujian pada A.3.2. Untuk setiap prosedur pengelasan, logam las dan setiap HAZ harus diuji dan memenuhi persyaratan *fracture-toughness* sebelum sesuai dengan kriteria yang digunakan. Setiap uji (logam las atau HAZ) harus mengandung sekurang-kurangnya tiga spesimen uji yang memenuhi persyaratan dan dilakukan pada atau di bawah temperatur servis terendah yang diantisipasi. Tiga spesimen harus diambil dari posisi jam dua belas, jam tiga, jam enam dan seharusnya ditandai untuk mengidentifikasi posisi aslinya. Jika satu dari tiga spesimen uji gagal sesuai persyaratan *fracture-toughness*, maka dilakukan pengujian lagi dengan tiga spesimen baru. Pengujian spesimen dapat dikatakan berhasil kalau lima dari enam uji spesimen memenuhi persyaratan *fracture-toughness* untuk semua yang diuji (logam las atau HAZ). Kegagalan dari satu spesimen untuk memenuhi persyaratan CTOD memerlukan set kedua spesimen uji hanya untuk logam las atau HAZ; pengujian untuk bagian lain dari lasan tidak perlu diulang jika pengujian awal berhasil.

Pengujian Logam las dan HAZ keduanya harus berhasil memenuhi persyaratan *fracture-toughness* untuk kualifikasi prosedur yang digunakan sebagai alternatif kriteria penerimaan.

Spesimen yang tidak disiapkan dengan benar dan tidak memenuhi kriteria *curvature fatigue crack front* atau pada patahan yang terlihat ketidaksempurnaan lasan yang substansial berdekatan terhadap *crack front* dinyatakan tidak sesuai. Spesimen yang tidak sesuai harus dibuang dan diganti spesimen baru dengan basis satu persatu.

A.4 Kualifikasi juru las

Juru las harus dikualifikasi sesuai dengan Bab 6.

Untuk pengelasan mekanis, peralatan las dan operator harus dikualifikasi sesuai dengan sub-bab 12.6.

A.3.3 Ctod Testing For Procedure Qualification

CTOD tests for procedure qualification shall be performed as described below and shall conform to the testing details described in A.3.2. For each welding procedure, both the weld metal and the heat-affected zone shall be tested, and each must satisfy the fracture-toughness requirement before the fitness-for-purpose criteria can be employed. Each test (of weld metal or heat-affected zone) shall consist of at least three valid specimen tests performed at or below the lowest anticipated service temperature. The three specimens shall consist of one each from the nominal twelve, three, and six o'clock positions on the test weld and should be permanently marked to identify the original position. If only one of the three valid specimen tests fails the fracture-toughness requirement, a second set of three tests may be performed; five of the six resulting valid specimen tests must meet the fracture-toughness requirement for the entire test (of weld metal or heat-affected zone) to be successful. The failure of a single specimen to meet the required CTOD necessitates a second set of tests for weld metal or heat-affected zone only; the test of the other portion of the weldment need not be repeated if it was originally successful.

The weld metal and heat-affected zone tests must both successfully meet the fracture-toughness requirement for the procedure to be qualified for use with the alternative acceptance criteria.

Specimens that are incorrectly machined, that fail to meet the criteria for curvature of the fatigue crack front, or that upon fracture exhibit substantial weld imperfections adjacent to the crack front are defined as invalid specimens. Invalid specimens shall be discarded and replaced by new specimens on a one-for-one basis.

A.4 Qualification of Welders

Welders shall be qualified in accordance with Section 6.

For mechanized welding, the welding unit and each operator shall be qualified in accordance with 12.6.

Table A-1—Acceptance Limits for Buried Volumetric Imperfections

Imperfection type	Height or Width	Length
Porosity ^a	Lesser of $t/4$ or 0.25 in.	Lesser of $t/4$ or 0.25 in.
Slag	Lesser of $t/4$ or 0.25 in.	$4t$
Unrepaired burn-through	$t/4$	$2t$

Note: The simplified limits given in this table may be applied for minimum CTOD levels of either 0.005 in. or 0.010 in., but only within the scope of this appendix. Alternatively, the company may elect to treat these imperfections as planar imperfections and employ Figure A-5. This table shall not be used with the surface-connected volumetric imperfections (Figure A-6, Case 1) and surface interacting imperfections (Figure A-6, Cases 3 and 4), which shall be evaluated by Figure A-5.

^aLimited to 3% of the projected area.

A. 5 Inspeksi dan batas penerimaan

A.5.1 Ketidaktepatan *planar*

Panjang dan tinggi dari sebuah ketidaktepatan, kedalamannya di bawah permukaan, harus ditetapkan dengan teknik inspeksi tidak merusak yang sesuai atau justifikasi lain sebelum keputusan diterima atau ditolak dibuat. Radiografi konvensional yang diuraikan pada 11.1, cukup untuk mengukur panjang tapi tidak cukup untuk menentukan tinggi, khususnya untuk ketidaktepatan *planar*, retak, *lack of fusion*, *undercutting*, dan beberapa *lack of penetration*.

Penggunaan teknik ultrasonik, teknik radiografi dengan menggunakan densitometer atau standar referensi komparasi visual, acoustic imaging, batas ukuran ketidaktepatan yang menyatu karena *weld-pass geometry*, atau beberapa teknik lain untuk menentukan tinggi ketidaktepatan yang diterima, keakuratan secara teknik telah ditentukan dan setiap potensi ketidaktepatan termasuk dalam pengukuran; contoh penentuan tinggi ketidaktepatan harus konservatif. Penggunaan radiografi konvensional (lihat 11.1) untuk mengidentifikasi ketidaktepatan dengan cara lain dapat diterima. Batas penerimaan untuk ketidaktepatan *planar* dapat dilihat pada gambar A-5. Ketidaktepatan *planar* yang melintang pada lasan, seperti retak melintang, harus diperbaiki atau dihilangkan.

A.5.2 Ketidaktepatan volumetric

Ketidaktepatan volumetrik (tiga dimensi) terpendam, seperti kotoran atau

A.5 Inspection and Acceptable Limits

A.5.1 Planar Imperfections

The length and height of an imperfection, and its depth below the surface, must be established by appropriate nondestructive inspection techniques or otherwise justified before a decision to accept or reject can be made. Conventional radiography, as described in 11.1, is adequate for measuring imperfection length but is insufficient for determining height, particularly for planar imperfections such as cracks, lack of fusion, undercutting, and some types of lack of penetration. The use of ultrasonic techniques, radiographic techniques that employ densitometers or comparative visual reference standards, acoustic imaging, inherent imperfection-size limitations due to weld-pass geometry, or any other technique for determining imperfection height is acceptable, provided the technique's accuracy has been established and any potential inaccuracy is included in the measurement; i.e., the determination of imperfection height shall be conservative. The use of conventional radiography (see 11.1) to identify imperfections that require height measurement by other means is acceptable. The acceptance limits for circumferential planar imperfections are shown in Figure A-5. Planar imperfections that are transverse to the girth weld, such as transverse cracks, shall be repaired or removed.

A.5.2 Volumetric Imperfections

Buried volumetric (three-dimensional) imperfections, such as slag or porosity,

porositas, terdapat di dalam material dengan *high fracture toughness* yang tidak memungkinkan kerusakan dibanding ketidaksempurnaan planar dan dapat dievaluasi menggunakan metode yang sama dengan ketidaksempurnaan planar atau memakai metoda yang disederhanakan seperti pada table A-1. Ketidaksempurnaan *Surface-connected volumetric* harus diperlakukan sebagai ketidaksempurnaan planar dan dievaluasi sesuai criteria pada gambar A-5.

A.5.3 Busur api

Busur api dapat terjadi pada permukaan dalam atau luar pipa sebagai hasil dari loncatan busur atau pembumian yang tidak tepat. Busur api pada umumnya terlihat sebagai cekungan atau sumuran yang terlihat dengan mata atau sebagai area yang lebih gelap pada radiograf. Cekungan busur api dapat dikelilingi oleh HAZ yang mengalami pengerasan dan mungkin menyebabkan ketangguhannya lebih rendah dari logam dasar atau deposit lasan.

Batas penerimaan untuk busur api yang tidak dapat diperbaiki diberikan pada tabel A-2 dan didasarkan pada ketentuan HAZ yang memiliki ketangguhan nol tetapi ketidaksempurnaan planar yang diawali dengan HAZ yang terbentuk pada daerah tepi. Data substansi menunjukkan bahwa total kedalaman busur api termasuk HAZ kurang dari setengah dari bekas bakar.

Busur api yang mengandung retakan yang terlihat mata atau dengan radiografi konvensional tidak tercakup dalam lampiran ini dan harus diperbaiki atau dihilangkan.

A.5.4 Interaksi ketidaksempurnaan

Jika beberapa ketidaksempurnaan cukup dekat bisa dianggap ketidaksempurnaan tunggal yang besar. Gambar A-6 harus dipakai untuk menentukan jika terjadi interaksi. Jika ada, ukuran efektif ketidaksempurnaan terlihat pada Gambar A-6 harus dihitung dan penerimaan efektif ketidaksempurnaan harus dievaluasi dengan criteria penerimaan yang berlaku. Bilai suatu perbaikan diperlukan, setiap interaksi ketidaksempurnaan harus diperbaiki sesuai dengan A.8.

contained in material with high fracture toughness are much less likely to cause failure than planar imperfections and may be evaluated either by the same method used for planar imperfections or by the simplified method shown in Table A-1. Surface-connected volumetric imperfections shall be treated as planar imperfections and evaluated according to the criteria of Figure A-5.

A.5.3 Arc Burns

Arc burns may occur on the internal or external surface of the pipe as a result of inadvertent arc strikes or improper grounding. They generally appear as a pit or cavity visible to the eye or as a dense area on the radiograph. The cavity may be surrounded by a hard heat-affected zone that may be of lower toughness than the base material or the weld deposit.

The acceptance limits for unrepaired arc burns are given in Table A-2 and are based on the premise that the heat-affected zone has zero toughness but that any planar imperfection originating within the heat-affected zone is blunted at the edge of the zone. Substantial data indicate that the total depth of the arc burn, including the heat-affected zone, is less than half the width of the burn. Arc burns that contain cracks visible to the eye or on conventional radiographs are not covered by this appendix and shall be repaired or removed.

A.5.4 Imperfection Interaction

If adjacent imperfections are close enough, they may behave as single larger imperfections. Figure A-6 shall be used to determine whether interaction exists. If it does, the effective imperfection sizes shown in Figure A-6 shall be computed and the acceptability of the effective imperfection shall be evaluated by the applicable acceptance criteria. If a repair is indicated, any interacting imperfections shall be repaired in accordance with A.8.

A. 6 Rekaman

Seorang perwakilan perusahaan harus merekam pada formulir yang sesuai tipe, lokasi dan dimensi semua ketidaksempurnaan yang diterima sesuai dengan lampiran ini. Rekaman ini harus dilengkapi dengan laporan radiografi atau rekaman lain tentang uji tak-rusak pipa penyalur.

A.7 Contoh

A.7.1 Deskripsi

Misalkan sebuah proyek saluran-pipa menggunakan pipa berdiameter 36 inci, dengan ketebalan 0,812 inci, API 5L-65. Lasan girth pipa-ke-pipa lapangan harus dibuat dengan pengelasan busur-logam gas otomatis dan akan menerima pemeriksaan tak rusak 100%. Prosedur pengelasan telah dikualifikasi sampai nilai 0,010 CTOD sesuai dengan lampiran ini. Analisa tegangan menghasilkan suatu estimasi tegangan aksial aplikasi maksimum 0,002 inci per inci. Tidak satupun restriksi A2.2 sampai dengan A.2.4 telah dilanggar. Perusahaan telah mengatur untuk menggunakan teknik uji tak rusak yang sanggup menentukan kedalaman ketidaksempurnaan dan memiliki dokumentasi cukup untuk mendemonstrasikan bahwa ketidaksempurnaan tidak akan lebih dari 0,050 inci lebih besar dari yang ditunjukkan dalam laporan inspeksi. Perusahaan telah memilih untuk memberlakukan teknik inspeksi ini hanya untuk ketidaksempurnaan yang gagal dalam memenuhi standar kelulusan dalam bagian 9 dan akan menggunakan radiografi konvensional untuk menentukan penyesuaian dengan bagian tersebut.

A.7.2 Kalkulasi Dan Kriteria Kelulusan

Langkah-langkah untuk mengkalkulasi dimensi ketidaksempurnaan planar yang diperbolehkan diberikan dalam butir A.7.2.1 sampai dengan A7.2.9.

A.6 Record

A company representative shall record on a suitable form the type, location, and dimensions of all imperfections accepted in accordance with this appendix. This record shall be filed with the radiographs or other records of nondestructive tests of the pipeline.

A.7 Example

A.7.1 Description

Consider a pipeline project that uses 36 in. outside diameter, 0.812 in. wall thickness, API 5L X 65 pipe. The field pipe-to-pipe girth welds are to be made by mechanized gas metal-arc welding and are to receive essentially 100% nondestructive examination. The welding procedure has been qualified to a CTOD value of 0.010 in. in accordance with this appendix. The stress analysis has resulted in an estimate of maximum applied axial strain of 0.002 in. per in. None of the restrictions of A.2.2 through A.2.4 have been violated. The company has arranged for use of a nondestructive testing technique capable of determining imperfection height and has sufficient documentation to demonstrate that imperfections will be no more than 0.050 in. larger than indicated by the inspection report. The company has chosen to apply this inspection technique only to imperfections that fail the acceptance standards of Section 9 and to use conventional radiography to determine conformance with that section.

A.7.2 Calculations and Acceptance Criteria

The steps for calculating the allowable dimensions of planar imperfections are shown in A.7.2.1 through A.7.2.9.

A.7.2.1 Langkah 1

Informasi terkait berikut dikumpulkan:

- a) Diameter pipa, D , 36 inci
- b) Ketebalan dinding pipa, t , 0,812 inci
- c) CTOD minimum yang dikualifikasi, 0,010 inci
- d) Tegangan aksial aplikasi maksimum, ϵ_a , 0,002 inci per inci
- e) Kelonggaran untuk kesalahan inspeksi, 0,050 inci

A.7.2.2 Langkah 2

Gambar A-5 dikonsultasi untuk menentukan a^* . Untuk $\epsilon_a = 0,002$ inci dan CTOD = 0,010 inci, $a^* = 0,36$ inci.

A.7.2.3 Langkah 3

Tentatif tinggi ketidaksempurnaan permukaan yang diperbolehkan (lihat. Gambar A5, Catatan 3) dan tentatif tinggi ketidaksempurnaan tertanam yang diperbolehkan (lihat. Gambar A-5, Catatan 4) ditentukan. Untuk ketidaksempurnaan permukaan,

$$a_{all, s, t} = a^* = 0,36 \text{ inci}$$

Untuk ketidaksempurnaan tertanam,
 $2a_{all, b, t} = 2a^* = 0,72$ inci

A.7.2.4. Langkah 4

Perkiraan luas ketidak sempurnaan yang diizinkan dibanding dengan Gambar A-5, Catatan 1, untuk menghitung luas maksimum ketidak sempurnaan yang diizinkan

$$a_{max} = 0.5t = 0.406 \text{ in.}$$

Untuk ketidak sempurnaan permukaan:

$$a_{all, s, t} \leq a_{max}$$

Oleh sebab itu:

$$a_{all, s} = a_{all, s, t} = 0.360 \text{ in.}$$

A.7.2.1 Step 1

The following pertinent information is collected:

- a. The pipe outside diameter, D , is 36 in.
- b. The pipe wall thickness, t , is 0.812 in.
- c. The qualified minimum CTOD is 0.010 in.
- d. The maximum applied axial strain, ϵ_a , is 0.002 in. per in.
- e. The allowance for inspection error is 0.050 in.

A.7.2.2 Step 2

Figure A-5 is consulted to determine a^* . For $\epsilon_a = 0.002$ in. and CTOD = 0.010 in., $a^* = 0.36$ in.

A.7.2.3 Step 3

The tentative allowable surface imperfection height (see Figure A5, Note 3) and the tentative allowable buried imperfection height (see Figure A-5, Note 4) are determined. For surface imperfections,

$$a_{all, s, t} = a^* = 0.36 \text{ in.}$$

For buried imperfections,
 $2a_{all, b, t} = 2a^* = 0.72$ in.

A.7.2.4 Step 4

The tentative allowable imperfection sizes are compared with Figure A-5, Note 1, to determine the maximum allowable imperfection sizes:

$$a_{max} = 0.5t = 0.406 \text{ in.}$$

For surface imperfections:

$$a_{all, s, t} \leq a_{max}$$

Therefore:

$$a_{all, s} = a_{all, s, t} = 0.360 \text{ in.}$$

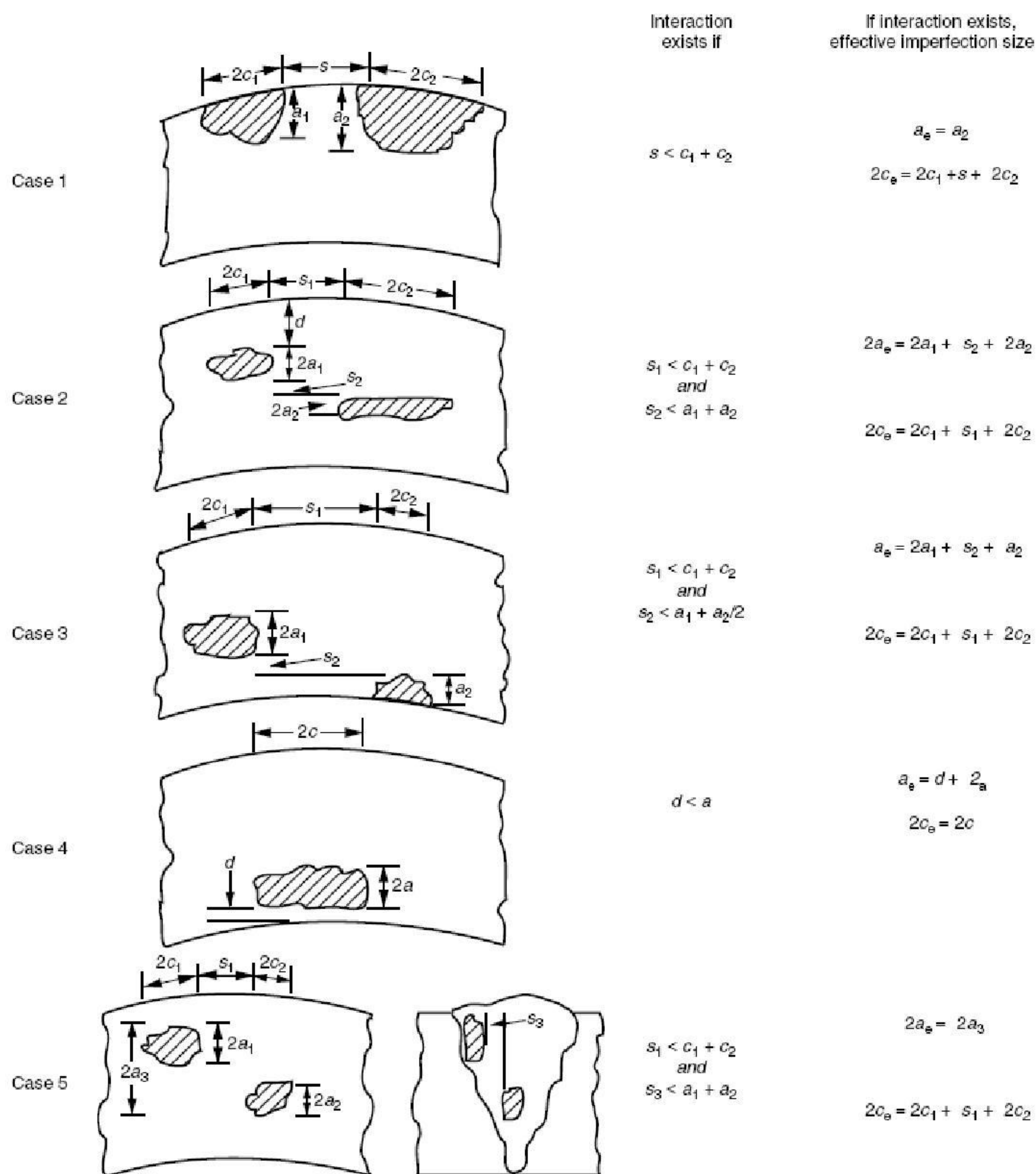


Figure A-6—Criteria for Evaluation of Imperfection Interaction

Table A-2—Acceptance Limits for Unrepaired Arc Burns

Measured Dimension	Acceptance Limit
Width	Lesser of t or $5/16$ in.
Length (any direction)	Lesser of t or $5/16$ in.
Depth (to bottom of crater)	$1/16$ in.

Note: The limits given in this table apply for minimum CTOD levels of either 0.005 in. or 0.010 in., but only within the scope of this appendix.

Untuk ketidaksempurnaan yang terbenam

$$2a_{all,b,r} > a_{max}$$

Oleh sebab itu:

$$2a_{all,b} = a_{max} = 0.406 \text{ in.}$$

A.7.2.5 Langkah 5

Sesuai dengan Gambar A-5, Catatan 5, Tabel A-3 dianjurkan untuk menentukan batasan panjang ketidaksempurnaan yang diizinkan. Bertalian dengan ukuran ketidaksempurnaan adalah dihitung sebagai berikut: Untuk $a/t = 0.25$:

$$a1 = 0.25t = 0.203 \text{ in.}$$

$$2c1 = 0.4D = 14.4 \text{ in.}$$

$$2c2 = 4t = 3.25 \text{ in.}$$

A.7.2.6 Langkah 6

Perbandingan D/t dihitung, dan memenuhi Tabel A-3

Catatan 2, diperiksa sebagai berikut:

$$D/t = 36/0.812 = 44.3 > 17$$

Oleh sebab itu, $2c2$ tidak mengalami perubahan.

A.7.2.7 Langkah 7

Batasan tinggi untuk ketidaksempurnaan yang dangkal, $a1$, dibandingkan dengan ukuran maksimum ketidaksempurnaan yang diizinkan untuk menentukan apakah ketidaksempurnaan lebih besar dari 25% tebal dinding apakah dibolehkan. Untuk ketidaksempurnaan permukaan,

$$2c2,s = 2c2 = 3.25 \text{ in.}$$

Untuk ketidaksempurnaan yang tertanam

$$a1 < 2a_{all,b}$$

$$2c2,b = 2c2 = 3.25 \text{ in.}$$

Catatan: Apabila ukuran ketidaksempurnaan yang tertanam yang dibolehkan adalah kecil dari $a1$, nilai masing dari $2c2$ dapat diatur sama

For buried imperfections:

$$2a_{all,b,r} > a_{max}$$

Therefore:

$$2a_{all,b} = a_{max} = 0.406 \text{ in.}$$

A.7.2.5 Step 5

In accordance with Figure A-5, Note 5, Table A-3 is consulted to determine the limits on allowable imperfection length. The relevant imperfection dimensions are computed

as follows: For $a/t = 0.25$:

$$a1 = 0.25t = 0.203 \text{ in.}$$

$$2c1 = 0.4D = 14.4 \text{ in.}$$

$$2c2 = 4t = 3.25 \text{ in.}$$

A.7.2.6 Step 6

The D/t ratio is computed, and compliance with Table A-3,

Note 2, is checked as follows:

$$D/t = 36/0.812 = 44.3 > 17$$

Therefore, $2c2$ is unchanged.

A.7.2.7 Step 7

The height limit for shallow imperfections, $a1$, is compared with the maximum allowable imperfection sizes to determine whether imperfections greater than 25% of the wall thickness are permissible. For surface imperfections,

$$2c2,s = 2c2 = 3.25 \text{ in.}$$

For buried imperfections:

$$a1 < 2a_{all,b}$$

$$2c2,b = 2c2 = 3.25 \text{ in.}$$

Note: If the allowable size of a surface or buried imperfection were less than $a1$, the respective value of $2c2$ would be set equal to zero and the

dengan nol dan masing masing nilai dari a_1 akan berkurang ke nilai a_{all} ditentukan pada A.7.2.4

respective value of a_1 would be reduced to the respective value of a_{all} determined in A.7.2.4.

Table A-3—Imperfection Length Limits

Ratio of Height to Wall Thickness	Allowable Imperfection Length $2c$
$0 < a/t < 0.25$	$0.4D$
$0.25 < a/t < 0.50$	$4t$ (see Note 2)
$0.50 < a/t$	0

Notes:

1.The limits given in this table apply for minimum CTOD levels of either 0.005 in. or 0.010 in., but only within the scope of this appendix.

2.This value is applicable when D/t is greater than 17; Figure A-7 is applicable when D/t is less than or equal to 17.

A.7.2.8 Langkah 8

Sebuah tabel untuk ukuran ketidaksempurnaan yang dibolehkan dibuat sesuai dengan Tabel A-3. Sebagai contoh adalah Tabel A-4 yang menggunakan ukuran yang dibolehkan dan notasi dari contoh tersebut

A.7.2.8 Step 8

A table of allowable imperfection dimensions is constructed in accordance with Table A-3. Table A-4 is an example of such a table, using the allowable dimensions and notation of this example.

A.7.2.9 Langkah 9

Ukuran yang diterima untuk ketidaksempurnaan planar ditentukan dari ukuran yang dibolehkan dengan mengurangi tambahan untuk kesalahan pengukuran dari setiap nilai kedalaman atau ketinggian.

$a_{acc} = a_{all} - (\text{penambahan untuk pengukuran})$

Sebagai contoh Tabel A-5 memberikan ukuran yang diterima untuk ketiaksempurnaan planar.

A.7.2.9 Step 9

The acceptable dimensions for planar imperfection are determined from the allowable dimensions by subtracting the allowance for inspection error from each depth or height value:

$$a_{acc} = a_{all} - (\text{allowance for inspection})$$

Table A-5 gives the acceptable dimensions for planar imperfections for this example.

A.7.3 Evaluasi ketidaksempurnaan

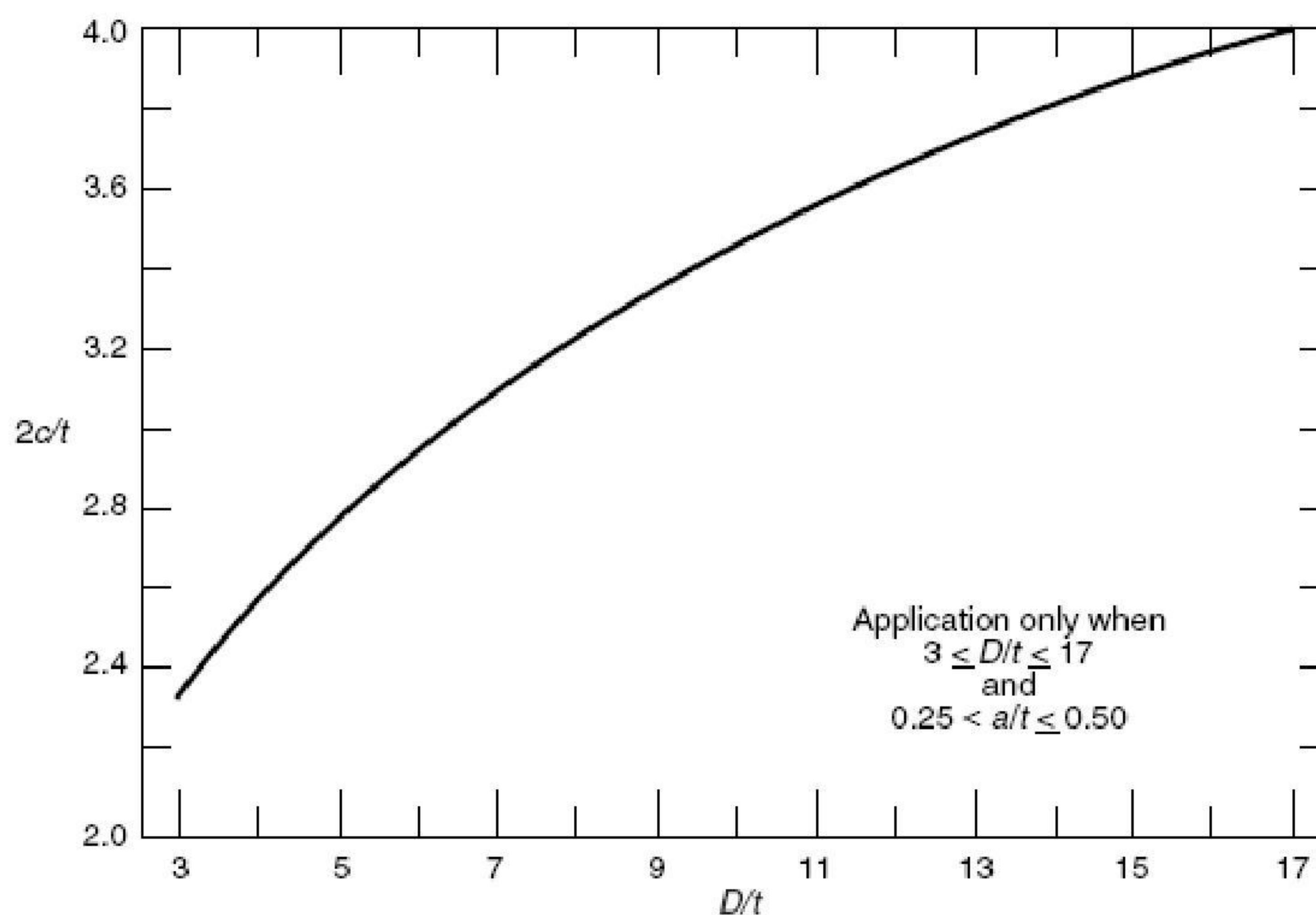
Tabel A-1 memberikan batas-batas penerimaan untuk *porosity slag*, dan *burn-through* yang tidak diperbaiki. Seperti diterangkan pada catatan table, perusahaan

A.7.3 Evaluation of Imperfections

Table A-1 gives the acceptance limits for porosity slag, and unrepaired burn-through. As the note to the table indicates, the company could elect to treat these as planar

dapat memilih untuk memperlakukan cacat-cacat ini sebagai ketidaksempurnaan bidang dan menggunakan kriteria penerimaan yang sama. Pada contoh ini, perusahaan memilih untuk tidak melakukannya, akan tetapi menggunakan ukuran-ukuran yang diperoleh dari Tabel A-1. Dalam hal ini Faktor ketelitian inspeksi tidak diperhitungkan, karena ukuran-ukuran ketidaksempurnaan yang diperbolehkan ini sudah lebih kecil dari pada ukuran-ukuran ketidaksempurnaan *fracture-critical* yang diperbolehkan untuk ketidaksempurnaan bidang. Table A-6 juga termasuk kriteria penerimaan untuk *arc burns*, ditentukan dari Tabel A-2.

imperfections and use the same acceptance criteria. In this example, the company chooses not to do so but to use sizes determined from Table A-1. The resulting acceptance criteria are given in Table A-6. The inspection accuracy factor is not included in this case because these allowable imperfection sizes are already smaller than the allowable fracture-critical imperfection sizes for planar imperfections. Table A-6 also includes acceptance criteria for arc burns, determined from Table A-2.



Note: This figure is applicable only when $3 \leq D/t \leq 17$ and $0.25 < a/t \leq 0.50$.

Figure A-7—Length Limit for Deep Imperfections in Heavy-Wall Pipe

Table A-4—Allowable Imperfection Dimensions for Example

Surface Imperfections		Buried Imperfections	
Height	Allowable Length	Height	Allowable Length
$0 - a_{1,s}$	$2c_1$	$0 - a_{1,b}$	$2c_1$
$a_{1,s} - a_{all,s}$	$2c_{2,s}$	$a_{1,b} - 2a_{all,b}$	$2c_{2,b}$
$0 - 0.203 \text{ in.}$	14.40 in.	$0 - 0.203 \text{ in.}$	14.40 in.
$0.204 - 0.360 \text{ in.}$	3.25 in.	$0.204 - 0.406 \text{ in.}$	3.25 in.

Table A-5—Acceptable Planar Imperfection Dimensions for Example

Surface Imperfections		Buried Imperfections	
Measured Height (in.)	Acceptable Length (in.)	Measured Height (in.)	Acceptable Length (in.)
$0 - 0.153$	14.40	$0 - 0.153$	14.40
$0.154 - 0.310$	3.25	$0.154 - 0.356$	3.25
> 0.310	0.00	> 0.356	0.00

Inspektur membawa tembusan-tembusan Tabel A-6 dan Gambar A-6 ke lokasi kerja dan melakukan langkah-langkah berikut untuk setiap ketidaksempurnaan yang ada pada film radiography:

- Inspektur menentukan tipe dan panjang ketidaksempurnaan dari radiography.
- Inspektur membandingkan tipe dan panjang dengan kriteria penerimaan pada Bab 9. Jika ketidaksempurnaan tersebut dapat diterima, perbaikan atau pemotongan tidak diperlukan.
- Jika ketidaksempurnaan tersebut tidak memenuhi kriteria penerimaan pada Bab 9, inspektur menentukan tinggi dari ketidaksempurnaan (dan untuk ketidaksempurnaan dalam, perkiraan jarak ke permukaan), dengan menggunakan teknik inspeksi tambahan. (Jika teknik inspeksi tambahan juga mengukur panjang ketidaksempurnaan, perusahaan dapat memilih untuk memperbaiki perkiraan dari panjang ketidaksempurnaan dalam hal ini.)
- Inspektur membandingkan ketidaksempurnaan dengan Gambar A-6 untuk menentukan apakah terdapat interaksi dan apakah ketidaksempurnaan dalam secara nominal dapat diperlakukan sebagai ketidaksempurnaan dalam atau permukaan. Jika terdapat interaksi dengan ketidaksempurnaan lain atau permukaan bebas, inspektur menghitung ukuran-ukuran efektif

The inspector takes copies of Table A-6 and Figure A-6 to the job site and then performs the following steps for each imperfection located on the radiograph:

- The inspector determines the imperfection type and length from the radiograph.
- The inspector compares the type and length with the acceptability criteria of Section 9. If the imperfections are acceptable, repair or removal is not required.
- If the imperfections do not meet the acceptability criteria of Section 9, the inspector determines the imperfection height (and for buried imperfections, the proximity to the surface), using the auxiliary inspection technique. (If the auxiliary inspection technique also measures imperfection length, the company may elect to improve the estimate of imperfection length at this time.)
- The inspector compares the imperfections with Figure A-6 to determine whether interactions exist and whether nominally buried imperfections should be treated as buried or surface imperfections. If interactions with other imperfections or free surfaces exist, the inspector computes new effective imperfection sizes as shown in Figure A-6.

ketidaksempurnaan yang baru seperti ditunjukkan pada Gambar A-6.

- e. Inspektur membandingkan ukuran-ukuran ketidaksempurnaan dengan Tabel A-6 untuk menentukan penerimaan akhir. Jika ketidaksempurnaan dapat diterima, maka tidak perlu dilakukan perbaikan atau pemotongan, tetapi A.6 mensyaratkan bahwa tipe, lokasi dan ukuran-ukuran ketidaksempurnaan untuk direkam dan di *fail*. Jika ketidaksempurnaan tersebut tidak dapat diterima, perlu dilakukan perbaikan atau pembuangan.

- e. The inspector compares the imperfection dimensions with Table A-6 to determine final acceptability. If the imperfections are acceptable, no repair or cutout is required, but A.6 requires that the imperfection type, location, and dimensions be recorded and filed. If the imperfections are not acceptable, repair or removal is necessary.

Table A-6—Example Alternative Acceptance Criteria

Imperfection Type	Height Range (in.)	Acceptable Length (in.)
Planar surface imperfections	0 – 0.153	14.400
	0.154 – 0.310	3.250
Planar buried imperfections	0 – 0.153	14.400
	0.154 – 0.356	3.250
Porosity	0.203 ^a	0.203 ^a
Slag	0.203 ^b	3.250
Unrepaired burn-through	0.203 ^b	1.620
Arc burns	1/16 ^b	5/16 ^c

^aAcceptable size for any dimension.

^bAcceptable height.

^cAcceptable width and length.

A.8 Perbaikan

Ketidaksempurnaan apapun yang tidak diterima di bawah ketentuan pada lampiran ini harus diperbaiki atau dihilangkan sesuai Bab 9 dan 10.

A.9 Peristilahan

a = maximum height of a surface imperfection, or
one-half the height of a buried imperfection measured in a radial direction (lihat Gambar A-8).

a^* = reference imperfection size (lihat Gambar A-5).

a_{acc} = acceptable size of planar imperfection =

a_{all} – (allowance for inspection error).

A.8 Repairs

Any imperfections that are not acceptable under the provisions of this appendix shall be repaired or removed in accordance with Sections 9 and 10.

A.9 Nomenclature

a = maximum height of a surface imperfection, or
one-half the height of a buried imperfection measured in a radial direction (see Figure A-8).

a^* = reference imperfection size (see Figure A-5).

a_{acc} = acceptable size of planar imperfection =

a_{all} – (allowance for inspection error).

a_{all} = allowable imperfection size.
 a_{max} = maximum allowable imperfection size.
 a_e = effective imperfection size (lihat Gambar A-6).
 a_b = size of buried imperfection.
 a_s = size of surface imperfection.
 a_t = tentative imperfection size.
 a_1 = height limit for shallow imperfection.
 B = thickness of CTOD specimen.
 $2c_1$ = maximum length of shallow imperfection.
 $2c_2$ = maximum length of deep imperfection.
 D = outside diameter of pipe.
 d = depth of a buried imperfection beneath the nearest free surface (lihat Gambar A-6 dan A-8).
 J = heat input.
 S^* = severity of fatigue spectrum.
 t = nominal pipe wall thickness.
 δ = Crack-tip opening displacement (CTOD), in inches.
 c = CTOD at either unstable fracture or pop in without evidence of slow crack growth.
 u = CTOD at either unstable fracture or pop in with evidence of slow crack growth.
 m = CTOD at first attainment of maximum load.

a_{all} = allowable imperfection size.
 a_{max} = maximum allowable imperfection size.
 a_e = effective imperfection size (see Figure A-6).
 a_b = size of buried imperfection.
 a_s = size of surface imperfection.
 a_t = tentative imperfection size.
 a_1 = height limit for shallow imperfection.
 B = thickness of CTOD specimen.
 $2c_1$ = maximum length of shallow imperfection.
 $2c_2$ = maximum length of deep imperfection.
 D = outside diameter of pipe.
 d = depth of a buried imperfection beneath the nearest free surface (see Figures A-6 and A-8).
 J = heat input.
 S^* = severity of fatigue spectrum.
 t = nominal pipe wall thickness.
 δ = Crack-tip opening displacement (CTOD), in inches.
 c = CTOD at either unstable fracture or pop in without evidence of slow crack growth.
 u = CTOD at either unstable fracture or pop in with evidence of slow crack growth.
 m = CTOD at first attainment of maximum load.

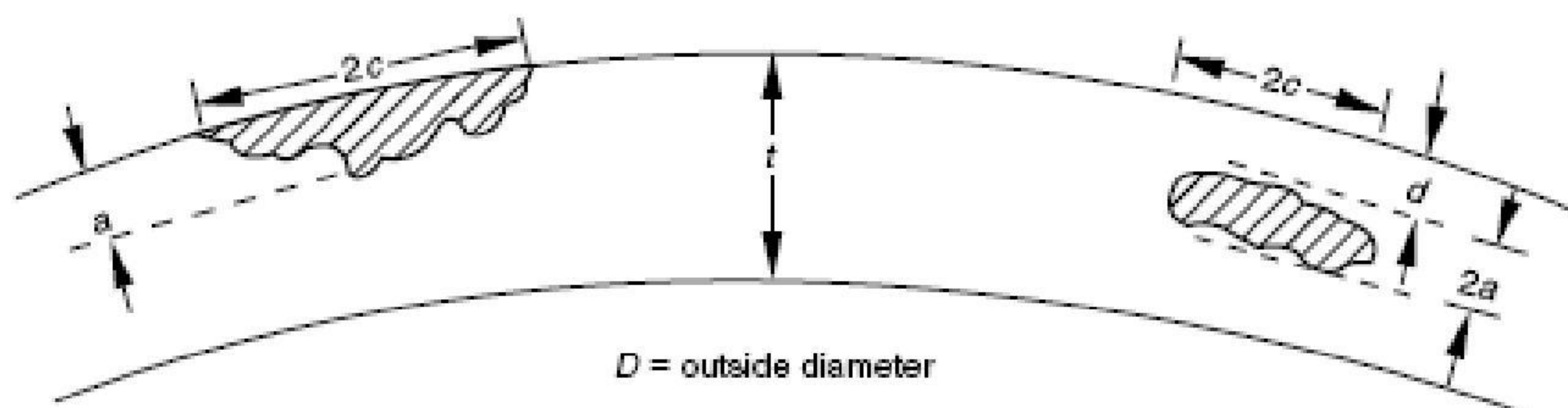


Figure A-8—Nomenclature for Dimensions of Surface and Buried Imperfections

Lampiran B - Appendix B In-Service Welding

B1. Umum

Lampiran ini melingkupi rekomendasi praktek pengelasan untuk perbaikan atau pemasangan baru di pipa penyalur dan system pipa yang sedang beroperasi. Maksud lampiran ini untuk servis pipa penyalur dan system perpipaan crude oil, produk bahan bakar minyak atau bahan bakar gas yang bertekanan atau mengalir. Lampiran ini tidak termasuk pipa penyalur dan system perpipaan yang ditutup penuh dan dekomisioning atau yang tidak dikomisioning.

Ada dua hal yang utama dalam pengelasan pipa penyalur. Pertama hindari pemanasan berlebihan dinding pipa yang menyebabkannya rusak. Kedua perhatikan retak karena hydrogen, dimana pengelasan dilakukan pada aliran servis pipa dingin yang mendinginkan dinding pipa yang dilas dengan cepat. Panas berlebihan bias terjadi pada tebal dinding pipa 0,25 inci (6,4 mm) atau lebih, pakai kawat las hydrogen rendah (tipe EXX18) dan normal dilakukan pada praktek pengelasan. Pengelasan dinding pipa tipis mungkin dipertimbangkan dengan seksama oleh perusahaan; yang mana perhatian khusus misalnya prosedur yang membatasi panas masuk mencegah timbulnya reka hydrogen, ada tiga kondisi yang diperhatikan terus menerus. Yaitu hydrogen dipengelasan, perkembangan retak akibat perubahan mikrostruktur las, aksi regangan tegangan dipengelasan. Untuk menghindari retak hydrogen, minimal satu dari tiga hal tersebut harus dicegah muncul atau dikurangi. Untuk las di pipa penyalur hasil yang baik bias dicapai dengan memakai kawat las hydrogen rendah atau proses hydrogen rendah dan level hydrogen rendah tidak selalu menjamin, memakai prosedur untuk meminimize terbentuknya retak mikrostruktur. Prosedur umum yang menggunakan level tinggi panas masuk yang menyebabkan terpengaruhnya isi aliran. Beberapa panas masuk dengan metoda prediksi telah dikembangkan

B.1 General

This appendix covers recommended welding practices for making repairs to or installing appurtenances on pipelines and piping systems that are in service. For the purposes of this appendix, in-service pipelines and piping systems are defined as those that contain crude petroleum, petroleum products, or fuel gases that may be pressurized and/or flowing. This appendix does not cover pipelines and piping systems that have been fully isolated and decommissioned, or have not been commissioned.

There are two primary concerns with welding onto in-service pipelines. The first concern is to avoid "burning through," where the welding arc causes the pipe wall to be breached. The second concern is for hydrogen cracking, since welds made in-service cool at an accelerated rate as the result of the flowing contents' ability to remove heat from the pipe wall. Burning through is unlikely if the wall thickness is 0.250 in. (6.4 mm) or greater, provided that low-hydrogen electrodes (EXX18 type) and normal welding practices are used. Welding onto thinner-wall in-service pipelines is possible and considered routine by many companies; however, special precautions, such as the use of a procedure that limits heat input, are often specified. For hydrogen cracking to occur, three conditions must be satisfied simultaneously. These conditions are: hydrogen in the weld, the development of a crack-susceptible weld microstructure, and tensile stress acting on the weld. To prevent hydrogen cracking, at least one of the three conditions necessary for its occurrence must be minimized or eliminated. For welds made onto in-service pipelines, success has been achieved using low-hydrogen electrodes or a low-hydrogen process and, since low hydrogen levels cannot always be guaranteed, using procedures that minimize the formation of crack-susceptible microstructures. The most common procedures use a sufficiently high

termasuk model⁷ analisa panas dengan komputer. Dimana metoda yang teruji dipakai untuk memprediksi panas masuk yang diperlukan untuk diaplikasikan dipengelasan, ini tidak bias menggantikan kualifikasi prosedur (lihat B.2), Pemanasan awal, yang dipakai untuk tahap temper bead deposition, dapat juga mengurangi resiko terjadinya retak hydrogen. Untuk beberapa kondisi operasi pipa penyalur, kemampuan isi aliran menghilangkan panas didinding pipa yang sulit secara efektif pemanasan awal dilakukan. Contoh tahapan tipikal temperbead deposition lihat gambar B-1. Untuk mengurangi aksi tegangan di lasan, perhatian harus diberikan saat fit-up untuk mengurangi konsentrasi tegangan di root lasan. Aplikasi yang sukses dalam pengelasan dicapai keseimbangan antara safety di satu sisi dan di sisi lain mencegah kandungan material yang tidak memuaskan. Contoh jika dinding pipa tipis (kurang dari 0,25 inci (6,4 mm)), ini bias membatasi panas masuk guna mengurangi resiko pemanasan lebih; yang mana panas masuk yang rendah mungkin menyebabkan abilitas kandungan tidak cukup untuk menghilangkan panas didinding, yang menghasilkan laju pendinginan lasan yang eksekutif dan berisiko timbul retak hydrogen. Kemudian kompromi harus dilakukan jika maksimum panas masuk yang diizinkan untuk mencegah pemanasan berlebih terjadi guna menghindari terjadi retak hidrogen, jalan alternatif (dengan temperbead deposition) digunakan. Garis besar lampiran ini adalah untuk menghindari terjadinya retak hydrogen di lasan. Jika dinding pipa tebalnya kurang dari 0,25 inci (6,4 mm), resiko pemanasan lebih terjadi harus dipertimbangkan. Seperti disebutkan sebelumnya model⁷ analisa panas computer atau metoda lain yang teruji dapat dipakai untuk menentukan batas panas masuk yang diaplikasikan. Tambahan pertimbangan juga diberikan untuk pengelasan pipa penyalur dan system pipa yang isinya produk tidak stabil dan eksplosif saat diaplikasikan panas, atau mengandung produk yang berefek terhadap material pipa terjadi SCC atau embrittlement. Tambahan petunjuk dapat dilihat di SNI XXXX. Persyaratan untuk las isi di bodi utama menurut SNIXXXX harus dipakai dalam

heat input level to overcome the effect of the flowing contents.

Several heat input prediction methods have been developed, including thermal analysis computer models.⁷ While these or other proven methods are useful in predicting the heat input required for a given in-service welding application, they are not a substitute for procedure qualification (see B.2). Preheating, where practicable, and/or the use of a temper-bead deposition sequence, can also reduce the risk of hydrogen cracking. For some pipeline operating conditions, the ability of the flowing contents to remove heat from the pipe wall tends to make the effective use of preheating difficult. Examples of typical temper-bead deposition sequences are shown in Figure B-1. To minimize the stress acting on the weld, attention should also be given to proper fit-up to minimize the stress concentration at the root of the weld. The successful application of in-service welding must achieve a balance between safety on one hand and the prevention of unsatisfactory material properties on the other. For example, if the pipe wall is thin (i.e., less than 0.250 in. [6.4 mm]), it may be necessary to limit heat input to minimize the risk of burning through; however, a low heat input level may be insufficient to overcome the ability of the contents to remove heat from the pipe wall, resulting in excessive weld cooling rates and a subsequent risk of hydrogen cracking. Thus, a compromise must be reached. When the maximum allowable heat input to avoid burning through is insufficient to provide adequate protection against hydrogen cracking, then alternative precautions (e.g., a temper bead deposition sequence) must be used. The majority of this appendix pertains to preventing hydrogen cracking in in-service welds. If the pipe wall thickness is less than 0.250 in. (6.4 mm), the risk of burning through should be considered. The previously mentioned thermal analysis computer models⁷ or another proven method should be used to determine heat input limits for these applications. Additional consideration should also be given for welding onto in-service pipelines and piping systems that contain products that become explosively unstable upon the

pengelasan pipa pembawa kecuali untuk alternative/ tambahankeperluan spesifik di lampiran. Untuk pengelasan dimana diskrepensi muncul antara lampiran dan bodi utama, lapiran harus dipilih.

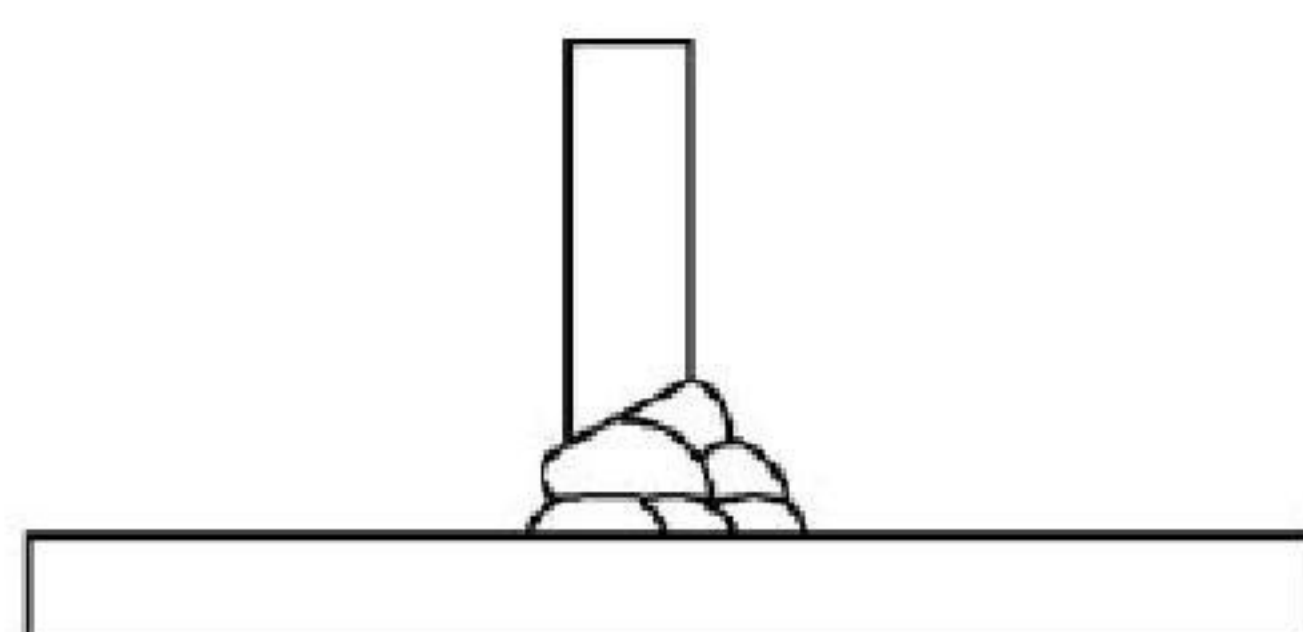
application of heat, or that contain products that will affect the pipe material by rendering it susceptible to ignition, stress corrosion cracking, or embrittlement. Additional guidance can be found in API RP 2201. The requirements for fillet welds in the main body of API Std 1104 should be applied to in-service welds that contact the carrier pipe, except for the alternative/ additional requirements specified in this appendix. For in-service welding, where discrepancies exist between this appendix and the main body, the appendix should govern.

B.2 Prosedur kualifikasi pengelasan

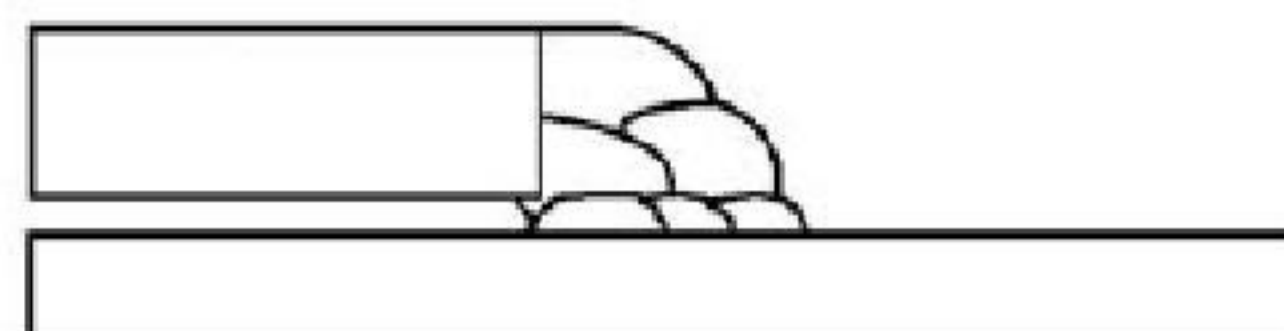
Prosedur kualifikasi diperlukan untuk las isi pada bagian 5 harus dilakukan dalam pengelasan, kecuali untuk alternative/ tambahan persyaratan spesifik di lampiran ini.

B.2 Qualification of In-service welding Procedures

The procedure qualification requirements for fillet welds in Section 5 should be applied to in-service welds, except for the alternative/additional requirements specified in this appendix.



Branch weld



Sleeve weld

Notes:

1. A layer of weld metal buttering is first deposited using stringer beads.
2. Higher heat input levels are used for subsequent passes, which refine and temper the HAZ of the first layer.

Figure B-1—Examples of Typical Temper-bead Deposition Sequences

B.2.1 Spesifikasi prosedur

B.2.1 Procedure Specification

B.2.1.1 Informasi spesifikasi

B.2.1.1 Specification Information

B.2.1.1.1 Bahan pipa dan penyambung pipa

B.2.1.1.1 Pipe and Fitting Materials

Untuk pengelasan, karbon ekuivalen⁸ bahan dimana prosedur dipakai harus diidentifikasi dalam tambahan untuk kekuatan minimum yield. Karbon ekuivalen level mungkin dikelompokkan. Prosedur

For in-service welds, the carbon equivalent⁸ of the materials to which the procedure applies should be identified in addition to specified minimum yield strength. Carbon equivalent levels may be grouped.

mungkin dipakai untuk karbon tinggi ekuivalen bahan kemudian bahan dipakai untuk kualifikasi prosedur yang disiapkan bahwa kondisi panas kurang disbanding kualifikasi prosedur dan tidak bertambah akan timbul resiko retak hydrogen.

B.2.1.1.2 Pipa penyalur kondisi operasi

Untuk pengelasan, pipa penyalur kondisi operasi (isi pipa, laju alir dsb) dimana prosedur dipakai harus diidentifikasi. Kondisi dikelompokkan.

B.2.1.1.3 Heat Input Range

Untuk prosedur bertujuan menghindari pengaruh aliran dengan memakai panas masuk yang cukup tinggi level9 (prosedur control panas masuk), kebutuhan range panas masuk harus disebutkan.

B.2.1.1.4 Tahapan pengelasan deposit

Untuk prosedur bertujuan menghindari pengaruh aliran dengan memakai tahap temperbead deposition (prosedur temperbead), tahapan las deposit yang diperlukan harus disebutkan.

B.2.2 Besaran yang diperlukan

B.2.2.1 Rekualifikasi untuk perubahan

B.2.2.1.1 Bahan Pipa dan penyambung pipa

Untuk las fillet, spesifik kekuatan minimum yield bukan besaran penting

B.2.2.1.2 kondisi operasi pipa penyalur

Untuk pengelasan, menambah kondisi operasi pipa penyalur (untuk laju pendinginan) diatas kelompok qualified constitutes adalah besaran penting.

B.2.2.1.3 Tebal dinding pipa

Untuk las fillet, tebal dinding pipa bukan besaran penting

A procedure may be used for higher carbon equivalent materials than the material used for procedure qualification provided that the thermal conditions are less severe than the procedure qualification conditions and no increase in the risk of hydrogen cracking results.

B.2.1.1.2 Pipeline Operating Conditions

For in-service welds, the pipeline operating conditions (pipe contents, flow rate, etc.) for which the procedure applies should be identified. Conditions may be grouped.

B.2.1.1.3 Heat Input Range

For procedures intended to overcome the effect of the flowing contents by using a sufficiently high heat input level9 (heat input control procedures), the required heat input range should be specified.

B.2.1.1.4 Weld Deposition Sequence

For procedures intended to overcome the effect of the flowing contents by using temper bead deposition sequence (temper bead procedures), the required weld deposition sequence should be specified.

B.2.2 Essential Variables

B.2.2.1 Changes Requiring Requalification

B.2.2.1.1 Pipe and Fitting Materials

For in-service fillet welds, specified minimum yield strength is not an essential variable.

B.2.2.1.2 Pipeline Operating Conditions

For in-service welds, an increase in the severity of the pipeline operating conditions (in terms of weld cooling rates) above the group qualified constitutes an essential variable.

B.2.2.1.3 Pipe Wall Thickness

For in-service fillet welds, pipe wall thickness is not an essential variable.

B.2.2.1.4 Tahap pengelasan deposit

Perubahan dari suatu temper bead deposition ke beberapa tahap deposition lain adalah suatu besran penting.

B.2.3 Pengelasan sambungan uji

Persyaratan pada 5.7 cukup memadai untuk las percabangan dan selubung untuk pengelasan in-servis. Kondisi operasi pipa penyalur yang mempengaruhi pada kemampuan aliran untuk membuang panas dari dinding pipa sebaiknya disimulasikan pada pengelasan sambungan uji.

Catatan: Isi bagian uji dengan air dan biarkan air mengalir pada bagian uji sewaktu pengelasan sambungan uji dibuat untuk menghasilkan kondisi termal yang setara atau lebih ekstrim dari aplikasi pengelasan in-servis yang tipikal (lihat Gambar B-2). Prosedur yang terqualifikasi pada kondisi ini adalah sesuai untuk semua kondisi aplikasi in-servis yang tipikal. Media lain (contoh, oli motor) mungkin digunakan untuk simulasi kondisi termal yang kurang ekstrim.

B.2.4 Pengujian sambungan las**B.2.4.1 Persiapan**

Persyaratan pada 5.8 cukup memadai untuk pengelasan in-servis kecuali spesimen uji sebaiknya dipotong dari sambungan pada lokasi yang ditunjukkan pada Gambar B-3 dan jumlah minimum spesimen serta pengujian yang mana berlaku sesuai pada Tabel B-1

B.2.4.2 Lasan Kampuh longitudinal

Lasan kampuh longitudinal yang mengelilingi penuh selubung sebaiknya diuji sesuai dengan 5.6. Jika menggunakan material penyangga sebaiknya dihilangkan dan spesimen boleh diratakan pada temperatur kamar sebelum pengujian.

B.2.4.3 Lasan cabang dan lasan selubung

Lasan cabang dan lasan selubung diuji

B.2.2.1.4 Weld Deposition Sequence

A change from a temper bead deposition sequence to some other deposition sequence constitutes an essential variable.

B.2.3 Welding Of Test Joints

The requirements in 5.7 for branch and sleeve welds are appropriate for in-service welding. Pipeline operating conditions that affect the ability of the flowing contents to remove heat from the pipe wall should be simulated while test joints are being made.

Note: Filling the test section with water and allowing water to flow through the test section while the test joint is being made has been shown to produce thermal conditions equivalent to or more severe than typical in-service welding applications (see Figure B-2). Procedures qualified under these conditions are therefore suitable for any typical in-service application. Other media (e.g., motor oil) may be used to simulate less severe thermal conditions.

B.2.4 Testing Of Welded Joints**B.2.4.1 Preparation**

The requirements in 5.8 are appropriate for in-servicewelding, except that test specimens should be cut from the joint at the locations shown in Figure B-3 and the minimum number of specimens and the tests to which they are to be subjected is shown in Table B-1.

B.2.4.2 Longitudinal Seam Welds

The longitudinal seam welds of full encirclement sleeves should be tested in accordance with 5.6. The backing material, if used, should be removed and the specimens may be flattened at room temperature before testing.

B.2.4.3 Branch and Sleeve Welds

Branch and sleeve welds should be tested

sesuai dengan 5.8, kecuali untuk pengujian spesimen tambahan sesuai dengan B.2.4.1

in accordance with 5.8, except for testing of the additional specimens indicated in B.2.4.1.

B.2.4.4 Uji Potongan makro – lasan cabang dan lasan selubung

B.2.4.4 Macro-section Tests—Branch and Sleeve Welds

B.2.4.4.1 Persiapan

Potongan makro specimen uji (lihat Gambar B-4) sebaiknya dengan lebar sekurang-kurangnya $\frac{1}{2}$ inci (13 mm). Spesimen uji dapat dipotong mesin, atau dipotong oksigen dengan ukuran lebih besar dan dimesin dengan proses non-termal untuk menghilangkan sisi-sisi yang akan disiapkan sekurang – kurangnya $\frac{1}{4}$ inci (6 mm). Untuk setiap potongan makro specimen uji, sekurang-kurangnya satu permukaan harus di haluskan dengan ampelas grit 600 dan di etsa dengan media etsa yang cocok as ammonium persulfate atau hydrochloric acid encer, untuk mendapatkan struktur las yang jelas.

B.2.4.4.1 Preparation

The macro-section test specimens (see Figure B-4) should be at least $\frac{1}{2}$ in. (13 mm) wide. They may be machine cut, or oxygen cut oversized and machined by a nonthermal process to remove at least $\frac{1}{4}$ in. (6 mm) from the side(s) that will be prepared. For each macro-section test specimen, at least one face should be ground to at least a 600 grit finish and etched with a suitable etchant, such as ammonium persulfate or dilute hydrochloric acid, to give a clear definition of the weld structure.

B.2.4.4.2 Pemeriksaan visual

Potongan las akan diperiksa secara visual dengan pencahayaan cukup untuk memperlihatkan detail yang sempurna. Penggunaan peralatan optik atau dye-penetrant tidak diperlukan.

B.2.4.4.2 Visual Examination

The cross section of the weld is to be visually examined with lighting that will sufficiently reveal the details of the weld soundness. The use of optical devices or dye penetrants is not necessary.

B.2.4.4.3 Pengujian kekerasan

Dua dari empat specimen uji makro sebaiknya disiapkan untuk pengujian kekerasan sesuai dengan standar ASTM E-92. Sekurang-kurangnya lima indentasi sebaiknya dilakukan dengan menggunakan indenter Vickers dan beban 10 kg pada butir kasar di HAZ di kaki las pada setiap specimen.

B.2.4.4.3 Hardness Testing

Two of the four macro test specimens should be prepared for hardness testing in accordance with ASTM Standard E 92. A minimum of five indentations should be made using a Vickers indenter and a 10-kg load in the coarse-grained heataffected zone (HAZ) at the weld toe of each specimen.

B. 2.4.4.4 Persyaratan

Pemeriksaan visual pada potongan melintang lasan sebaiknya memperlihatkan adanya fusi yang sempurna pada akar dan bebas retak. Las fillet sebaiknya memiliki panjang kaki sekurang-kurangnya sama dengan panjang yang ditentukan dalam kualifikasi prosedur dan tidak menyimpang dalam kecekungan atau kecembungan

B.2.4.4.4 Requirements

A visual examination of the cross section of the weld should show that it is completely fused at the root and free of cracks. The fillet weld should have leg lengths that are at least equal to the lengths specified in the procedure qualification and should not deviate in concavity or convexity by more than $\frac{1}{16}$ in. (1.6 mm). The depth of the

melebihi 1/16 inci (1.6 mm). Kedalaman undercut tidak lebih dari 1/32 inci (0.8 mm) atau 12.5 % dari ketebalan dinding pipa yang mana lebih kecil. Prosedur yang menghasilkan nilai kekerasan di HAZ melampaui 350 HV sebaiknya dievaluasi dengan mempertimbangkan resiko retak hydrogen.

B.2.4.5. Uji lengkung-muka – lasan cabang dan selubung

B.2.4.5.1 Persiapan

Spesimen lengkung-muka (lihat Gambar B-5) sebaiknya kira-kira mempunyai panjang 9 inci (230 mm) dan lebar 1 inci (25 mm).). Spesimen uji dapat dipotong mesin, atau dipotong oksigen dengan ukuran lebih besar dan dimesin dengan proses non-termal untuk menghilangkan sisi-sisi yang akan disiapkan sekurang – kurangnya 1/8 inci (3 mm). Sisi-sisinya sebaiknya halus dan parallel, dan tepi yang panjang harus dibulatkan. Selubung atau cabang dan penguat sebaiknya dihilangkan dari permukaan tetapi tidak boleh lebih rendah dari permukaan specimen uji. Setiap undercut sebaiknya tidak dihilangkan.

Catatan: Sehubungan dengan pengambilan specimen yang terpisah untuk uji lengkung muka, sisa bagian dapat digunakan untuk specimen uji nick-break

B.2.4.5.2 Metoda

Spesimen lengkung-muka sebaiknya tidak diuji kurang dari 24 jam setelah pengelasan. Spesimen lengkung muka sebaiknya dilengkungkan dengan menggunakan jig ujlengkung terpandu sesuai Gambar 9. Setiap specimen sebaiknya ditempatkan pada cetakan dengan lasan pada posisi tengah. Muka lasan sebaiknya ditempatkan menghadap ke celah. Plunyer sebaiknya ditekan memasuki celah sehingga terbentuk radius lengkung pada specimen kira-kira berbentuk U.

B.2.4.5.3 Persyaratan

Uji lengkung muka sebaiknya dipertimbangkan diterima jika setelah dilengkungkan tidak ada retak atau ketidaksempurnaan lain yang melebihi 1/8

undercutting should not exceed 1/32 in. (0.8 mm) or 12 1/2% of the pipe wall thickness, whichever is smaller. Procedures that produce HAZ hardness values in excess of 350 HV should be evaluated with regard to the risk of hydrogen cracking.

B.2.4.5 Face-bend Test—Branch and Sleeve Welds

B.2.4.5.1 Preparation

The face-bend specimens (see Figure B-5) should be approximately 9 in. (230 mm) long and approximately 1 in. (25 mm) wide. They may be machine cut, or oxygen cut oversized and machined by a non-thermal process to remove at least 1/8 in. (3 mm) from each side. The sides should be smooth and parallel, and the long edges rounded. The sleeve or branch and reinforcements should be removed flush with the surface, but not below the surface of the test specimen. Any undercut should not be removed. Note: In lieu of taking separate specimens for the face-bend test, the remaining portion of the nick-break specimens may be used.

B.2.4.5.2 Method

The face-bend specimens should not be tested less than 24 hours after welding. The face-bend specimens should be bent in a guided-bend test jig similar to that shown in Figure 9.

Each specimen should be placed on the die with the weld at mid span. The face of the weld should be placed toward the gap. The plunger should be forced into the gap until the curvature

of the specimen is approximately U shaped.

B.2.4.5.3 Requirement

The face-bend test should be considered acceptable if, after bending, no crack or other imperfection exceeding 1/8 in. (3 mm) or one-half the nominal wall thickness,

inci (3 mm) atau setengah ketebalan nominal, mana yang lebih kecil, pada setiap arah pada logam las atau HAZ. Retakan yang berasal dari radius lengkung luar pada sepanjang sisi specimen selama pengujian dan kurang dari ¼ inci (6 mm) diukur kesemua arah sebaiknya tidak dipertimbangkan kecuali ketidaksempurnaan jelas teramati.

B.3 Kualifikasi juru las in-servis

Untuk pengelasan in-servis juru las sebaiknya dikualifikasi dengan menggunakan prosedur yang spesifik sesuai dengan persyaratan 6.2 kecuali untuk persyaratan alternative/tambahan yang ada pada lampiran ini. Juru las yang terqualifikasi untuk pipa dengan diameter luar kurang dari 12.75 inci (323.9 mm) sebaiknya dikualifikasi untuk semua diameter kurang dari atau sama dengan diameter yang digunakan dalam uji kualifikasi. Juru las yang terqualifikasi untuk pipa dengan diameter luar lebih dari atau sama dengan 12.75 inci (323.9 mm) sebaiknya dikualifikasi untuk semua diameter. Juru las yang memiliki kualifikasi ganda sesuai 6.3 dan kualifikasi in-servis sesuai B-3 *sebaiknya dikualifikasi sebagai* juru las in-servis untuk semua posisi, semua diameter, dan semua tebal dinding dalam batasan variabel asensial pada 6.3.

B.3.1 Pengelasan sambungan uji

Untuk pengelasan in-servis, kondisi operasi pipa penyalur yang mempengaruhi pada kemampuan aliran untuk membuang panas dari dinding pipa sebaiknya disimulasikan pada pengelasan sambungan uji.

Catatan: Isi bagian uji dengan air dan biarkan air mengalir pada bagian uji sewaktu pengelasan sambungan uji dibuat untuk menghasilkan kondisi termal yang setara atau lebih ekstrim dari aplikasi pengelasan in-servis yang tipikal (lihat Gambar B-2). Juru las yang terqualifikasi pada kondisi di bawah ini juga terqualifikasi untuk setiap aplikasi in-servis tipikal. Media lain (contoh; oli motor) boleh digunakan untuk simulasi kondisi termal yang kurang ekstrim. Sebagai tambahan untuk membuat sambungan uji digunakan untuk uji rusak

whichever is smaller, in any direction is present in the weld metal or heat affected zone. Cracks that originate on the outer radius of the bend along the edges of the specimen during testing and that are less than 1/4 in. (6 mm), measured in any direction, should not be considered unless obvious imperfections are observed.

B.3 In-service Welder Qualification

For in-service welding, the welder should be qualified to apply the specific procedure being used according to the requirements of 6.2, except for the alternative/additional requirements specified in this appendix.

A welder qualified on pipe having an outside diameter of less than 12.750 in. (323.9 mm) should be qualified for all diameters less than or equal to the diameter used in the qualification test. A welder qualified on pipe having an outside diameter of greater than or equal to 12.750 in. (323.9 mm) should be qualified for all pipe diameters. A welder who has an existing multiple qualification to 6.3 and an in-service qualification to B.3 should be qualified as an in-service welder for all positions, all diameters, and all wall thicknesses within the limits of the essential variables in 6.3.

B.3.1 Welding Of Test Joint

For in-service welding, pipeline operating conditions that affect the ability of the flowing contents to remove heat from the pipe wall should be simulated while test joints are being made.

Note: Filling the test section with water and allowing water to flow through the test section while the test joint is being made has been shown to produce thermal conditions equivalent to or more severe than typical in-service welding applications (see Figure B-2). Welders qualified under these conditions are therefore qualified for any typical in-service application. Other media (e.g., motor oil) may be used to simulate less severe thermal conditions.

In addition to making the test joint used for the destructive testing described in B.3.2,

dijelaskan pada B.3.2, juru las sebaiknya menunjukkan kemampuannya untuk memenuhi aspek prosedur spesifikasi pengelasan pada perusahaan dengan tujuan menghindari terjadinya retak pada struktur mikro yang rentan dan atau pencegahan *burning through*. Untuk prosedur pengendalian masukan panas juru las sebaiknya mampu menunjukkan kemampuan untuk menjaga masukan panas dalam rentang yang ditentukan pada spesifikasi prosedur. Untuk prosedur *temper bead* juru las sebaiknya mampu menunjukkan penempatan bead dalam toleransi dimensi yang ditentukan pada spesifikasi prosedur

B.3.2 Pengujian sambungan las

Lasan sebaiknya diuji dan dipertimbangkan diterima jika memenuhi persyaratan 6.4 dan 6.5. Untuk lasan kampuh longitudinal jumlah specimen minimum dan pengujian sesuai dengan tabel B-2.

B.3.3 Rekaman

Kondisi operasi pipa penyalur (kandungan dalam pipa, laju alir, dll) dimana juru las yang terqualifikasi sebaiknya diidentifikasi. Kondisi tersebut boleh dikelompokkan.

B.4 Saran praktek pengelasan in-service

Persyaratan pengelasan produksi pada butir 7 sebaiknya digunakan untuk lasan in-service, kecuali untuk persyaratan tambahan/alternatif yang dispesifikasi dalam lampiran ini.

Sebelum pengelasan pipa penyalur ataupun sistem perpipaan dilakukan, juru las sebaiknya mempertimbangkan aspek safety, seperti tekanan operasi, kondisi aliran dan ketebalan dinding pipa di lokasi yang akan dilas. Daerah yang akan dilas sebaiknya diperiksa untuk meyakinkan bahwa ketidaksempurnaan tidak ada dan bahwa ketebalan dinding cukup. Seluruh juru las yang akan melakukan pekerjaan perbaikan sebaiknya mengerti akan keselamatan kerja yang berhubungan dengan pemotongan dan pengelasan pipa yang berisi ataupun telah

the welder should demonstrate to the satisfaction of the company the ability to comply with aspects of the welding procedure specification that are intended to avoid the development of crack-susceptible microstructures and/or prevention of burning through. For heat input control procedures, the welder should be able to demonstrate the ability to maintain a heat input level within the range specified in the procedure specification. For temper bead procedures, the welder should be able to demonstrate bead placement within the dimensional tolerances specified in the procedure specification.

B.3.2 Testing Of Welded Joints

The weld should be tested and considered to be acceptable if it meets the requirements of 6.4 and 6.5. For longitudinal seam welds, the minimum number of specimens and the tests to which they should be subjected is shown in Table B-2.

B.3.3 Records

The pipeline operating conditions (pipe contents, flow rate, etc.) for which the welder is qualified should be identified. Conditions may be grouped.

B.4 Suggested In-service Welding Practices

The requirements for production welding in Section 7 should be applied to in-service welds, except for the alternative/additional requirements specified in this appendix.

Before welding onto an in-service pipeline or piping system, welders should consider aspects that affect safety, such as operating pressure, flow conditions, and wall thickness at the location of the welding. The areas to be welded should be inspected to ensure that imperfections are not present and that the wall thickness is adequate. All welders performing repair work should be familiar with the safety precautions associated with cutting and welding on piping that contains or has contained crude petroleum, petroleum products, or fuel gases. Additional guidance

berisikan minyak mentah, produk minyak, atau gas. Guidance tambahan dapat ditemukan pada API RP 2201.

B.4.1 Alignment

B.4.1.1 Fit-up

Untuk lasan selubung dan saddle, gap antara selubung atau saddle dan pipa pembawa sebaiknya tidak berlebih. Alat bantu clamping sebaiknya digunakan untuk mendapatkan fit-up yang tepat. Jika memungkinkan lasan pada pipa pembawa dapat digunakan untuk mengurangi jarak antara.

B.4.1.2 Bukan akar —Lasan kampuh memanjang

Untuk lasan butt memanjang dari selubung melingkar penuh, jika disyaratkan 100% penetrasi, bukaan akar (ruang antara kedua ujung potongan) sebaiknya cukup. Sambungan ini sebaiknya dipaskan dengan sebuah lempengan mild steel back-up atau tape yang sesuai untuk mencegah penetrasi lasan masuk kedalam pipa pembawa.

Catatan : penetrasi lasan butt memanjang pada pipa pembawa tidak dikehendaki bila retakan akan yang kemungkinan timbul terekspos tegangan melingkar pada pipa pembawa.

B.4.2 Langkah pengelasan

Langkah-langkah pengelasan selubung dan percabangan digambarkan dalam Gambar B-6 hingga B-11. Untuk pipa pembantu keliling penuh yang membutuhkan lasan isi melingkar, sambungan memanjang sebaiknya diselesaikan terlebih dulu sebelum memulai lasan melingkar. Lasan melingkar pada salah satu ujung pipa penyambung sebaiknya diselesaikan terlebih dulu sebelum mulai lasan keliling pada ujung lainnya. Untuk tipe pipa penyambung lainnya, langkah pengelasan untuk meminimalkan tegangan sisa sebaiknya digunakan.

can be found in API RP 2201.

B.4.1 Alignment

B.4.1.1 Fit-up

For sleeve and saddle welds, the gap between the sleeve or saddle and the carrier pipe should not be excessive. Clamping devices should be used to obtain proper fit-up. When necessary, weld metal build-up on the carrier pipe can be used to minimize the gap.

B.4.1.2 Root Opening—Longitudinal Seam Welds

For longitudinal butt welds of full encirclement sleeves, when 100% penetration is required, the root opening (the space between abutting edges) should be sufficient. These joints should be fitted with a mild steel back-up strip or suitable tape to prevent penetration of the weld into the carrier pipe.

Note: Penetration of the longitudinal butt weld into the carrier pipe is undesirable since any crack that might develop is exposed to the hoop stress in the carrier pipe.

B.4.2 Welding Sequence

Suggested sleeve and branch welding sequences are shown in Figures B-6 through B-11. For full-encirclement fittings requiring circumferential fillet welds, the longitudinal seams should be completed before beginning the circumferential welds. The circumferential weld at one end of the fitting should be completed before beginning the circumferential weld at the other end. For other types of fittings, a welding sequence that minimizes residual stress should be used.

B.5 Inspeksi dan uji lasan in-service

Persyaratan untuk inspeksi dan uji dalam butir 8 sebaiknya digunakan pada lasan in-service, kecuali untuk persyaratan tambahan/alternatif yang dispesifikasi dalam lampiran ini.

Jika lasan in-service yang kontak dengan pipa pembawa kemungkinan mudah terkena retak underbead atau delayed hydrogen, suatu metode inspeksi yang dapat mendeteksi retak ini, terutama pada kaki lasan dari pipa pembawa sebaiknya digunakan.

Note: Uji partikel magnetik, uji ultrasonik, atau kombinasi dari keduanya, menggunakan prosedur yang dibuat, dikualifikasi dan disetujui, dapat menunjukkan secara efektif deteksi retak hidrogen pada kakai pipa selubung, dudukan dan percabangan .

Dalam menentukan delay times yang tepat sebelum melakukan inspeksi retak hidrogen, time-dependant nature dari retak sebaiknya dipertimbangkan, sama dengan probabilitas dari lasan yang retak. Delay time yang lebih lama menurunkan kesempatan retak dapat terjadi setelah inspeksi dilakukan. Probabilitas dari retak dan pentingnya menentukan suatu delay time yang tepat, dapat diminimalkan dengan menggunakan prosedur pengelasan yang konservatif.

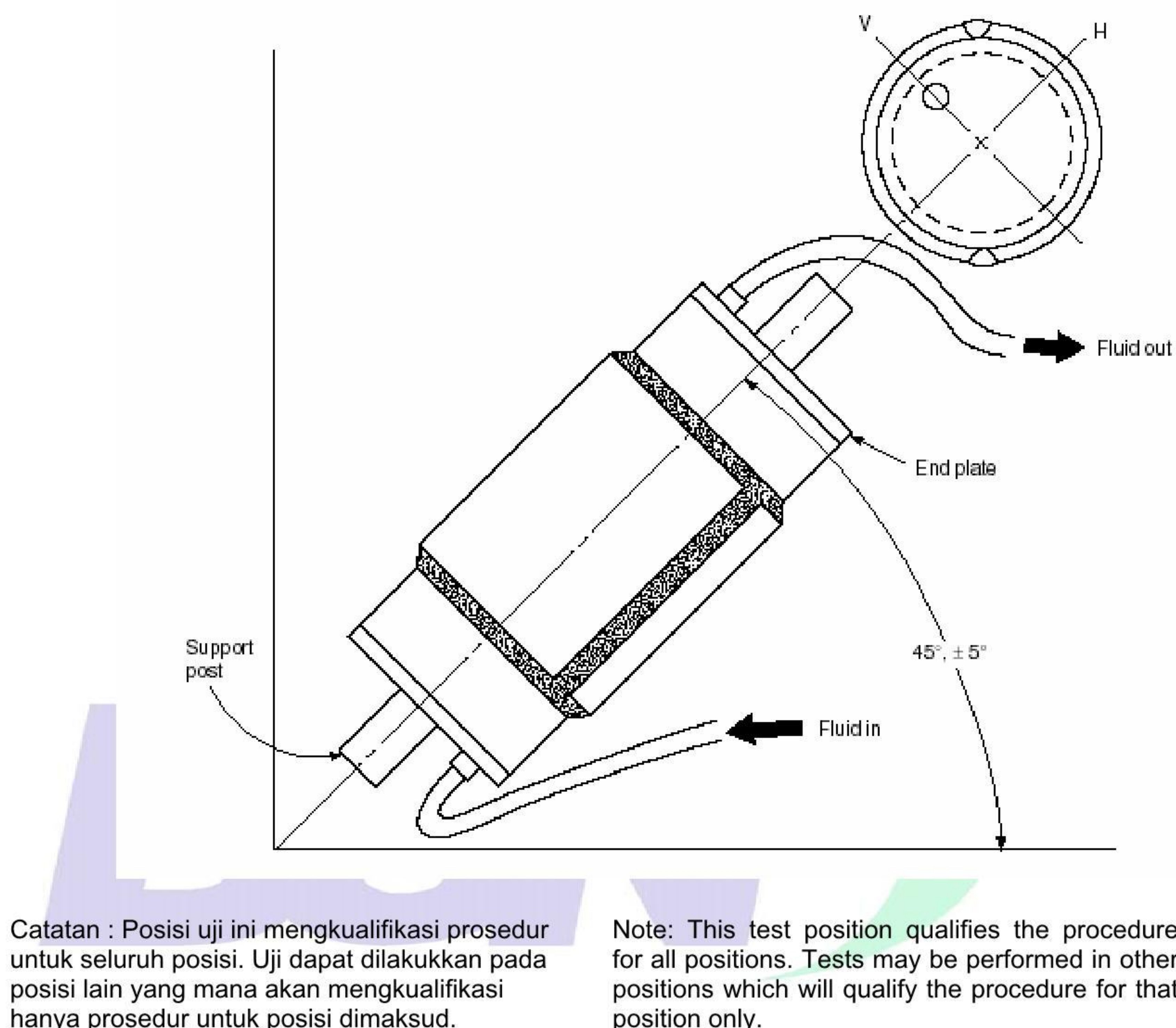
B.5 Inspection and Testing of In-service Welds

The requirements for inspection and testing in Section 8 should be applied to in-service welds, except for the alternative/additional requirements specified in this appendix.

Since in-service welds that contact the carrier pipe may be particularly susceptible to underbead or delayed hydrogen cracking, an inspection method that is capable of detecting these cracks, particularly at the carrier pipe weld toe, should be used.

Note: Magnetic particle testing, ultrasonic testing, or a combination of both, using properly developed, qualified, and approved procedures, have been shown to be effective at detecting hydrogen cracks at the toe of sleeve-, saddle-, and branch-to-carrier pipe welds.

When determining appropriate delay times prior to inspection for hydrogen cracking, the time-dependant nature of cracking should be considered, as well as the probability of the weld to cracking. Longer delay times decrease the chance that cracking can occur after inspection has been completed. The probability of cracking, and thus the importance of determining an appropriate delay time, can be minimized by using more conservative welding procedures.



Gambar B-2—Prosedur dan uji kualifikasi juru las.
Figure B-2—Suggested Procedure and Welder Qualification Test Assembly

B.6 Standar penerimaan :
Uji tak rusak (termasuk visual)

Standar penerimaan dalam butir 9 untuk ketidaksempurnaan yang ditemukan oleh uji tak rusak sebaiknya diaplikasikan dalam lasan in-service.

B.7 Perbaikan dan penghilangan cacat

Persyaratan dalam butir 10 untuk perbaikan dan penghilangan cacat sebaiknya digunakan pada lasan weld in-service. Selama penghilangan cacat yakinkan bahwa ketebalan tidak berkurang dari tebal dimana

B.6 Standards of Acceptability :
Nondestructive Testing (Including Visual)

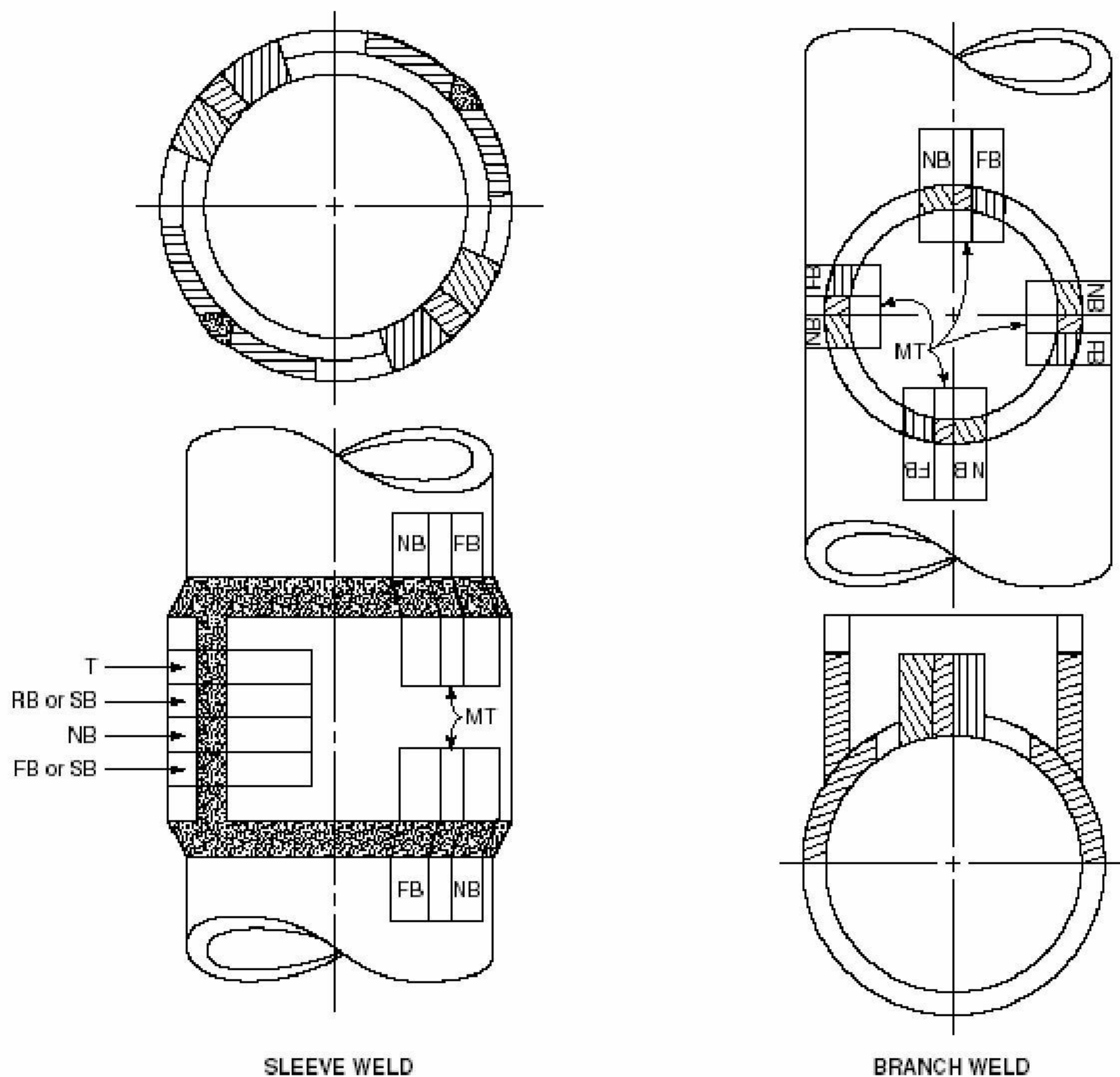
The standards of acceptability in Section 9 for imperfections located by nondestructive testing should be applied to in-service welds.

B.7 Repair and Removal of Defects

The requirements in Section 10 for the repair and removal of defects should be applied to in-service welds. Care should be taken during the removal of the defect to ensure that the wall thickness is not reduced to less

tekanan operasi dari pipa pembawa.

than that which is acceptable for the operating pressure of the carrier pipe.



Catatan : T = tegangan; RB = lengkung akar; FB = lengkung muka; NB = nick break; SB = lengkung sisi; MT = uji makro.

Note: T = tensile; RB = root bend; FB = face bend; NB = nick break; SB = side bend; MT = macro test.

Gambar B-3 – Spesimen lasan in-service
Figure B-3—Location of Test Specimens—In-service Welding Procedure Qualification Test

Tabel B-1 – Jenis dan jumlah spesimen in-service dari Uji kualifikasi prosedur pengelasan

Wall Thickness	Weld Type	Number of Specimens ^a					Macro Test	Total
		Tensile	Nick-break	Root Bend	Face Bend	Side Bend		
≤ 0.500 in. (12.7 mm)	Groove	2	2	2	2			8
	Sleeve		4 ^b		4		4	12
	Branch		4 ^b		4		4	12
> 0.500 in. (12.7 mm)	Groove	2	2			4		8
	Sleeve		4 ^b		4		4	12
	Branch		4 ^b		4		4	12

^aUntuk diameter luar dari pipa atau percabangan kurang dari atau sama dengan 4,000 inci (114.3 mm), dibutuhkan dua buah lasan.

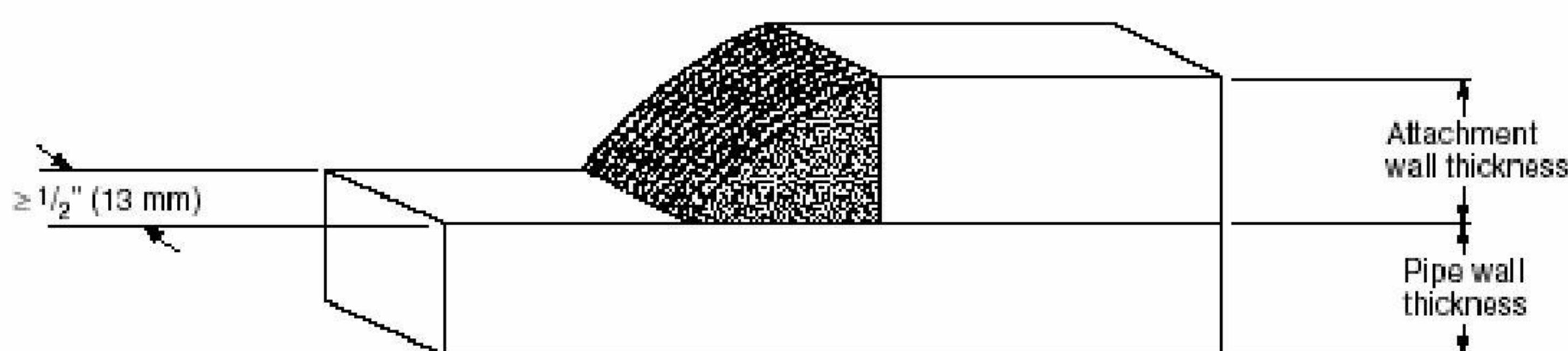
^bOpsi dari pemilik, sisa dari spesimen ini dapat disiapkan dan digunakan untuk uji face-bend (lihat B.2.4.5) setelah digunakan untuk uji nick-break.

^aFor pipe or branch outside diameter less than or equal to 4.500 in. (114.3 mm), two welds may be required.

^bAt the owner's option, the remaining portion of these specimens may be prepared for and submitted to the face-bend test (see B.2.4.5) after they are submitted to the Nick-break test.

Tabel B-2 – Tipe dan jumlah dari spesimen uji untuk lasan memanjang – Uji kualifikasi juru las

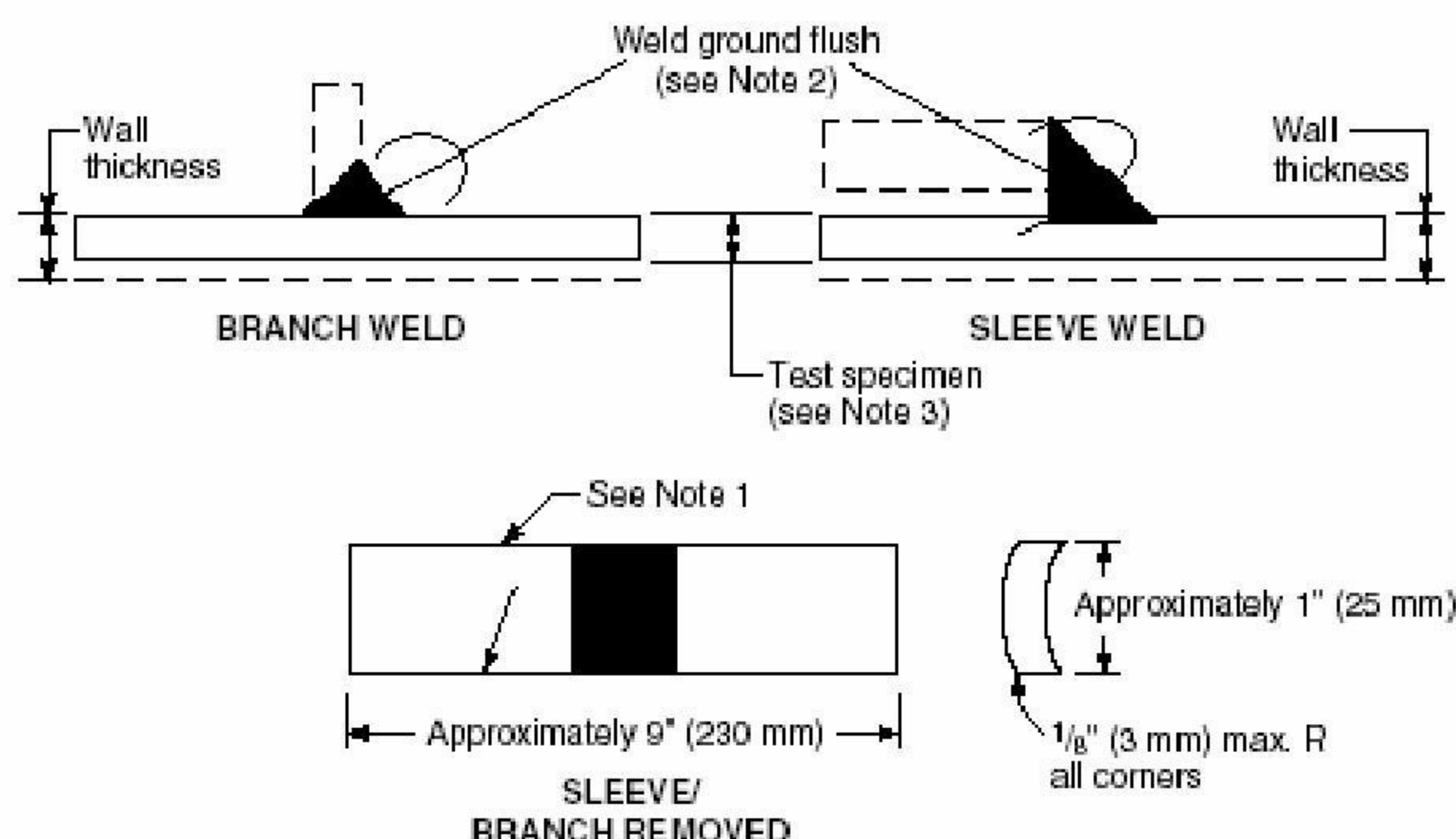
Wall Thickness	Number of Specimens					Total
	Tensile	Nick Break	Root Bend	Face Bend	Side Bend	
≤ 0.500 in. (12.7 mm)	1	1	1	1		4
> 0.500 in. (12.7 mm)	1	1			2	4

Table B-2—Type and Number of Test Specimens for Longitudinal Seam Welds—Welder Qualification Test

Catatan : Haluskan dan etsa pada salah satu sisi spesimen lasan dengan carian etsa yang sesuai untuk memberikan definisi yang jelas dari struktur lasan.

Note: Smooth and etch at least one face of each weld specimen cross section with a suitable etchant to give a clear definition to the weld structure.

Gambar B-4— Lasan Spesimen in-service untuk uji makro**Figure B-4—Macro Test Specimen—In-service Welds**



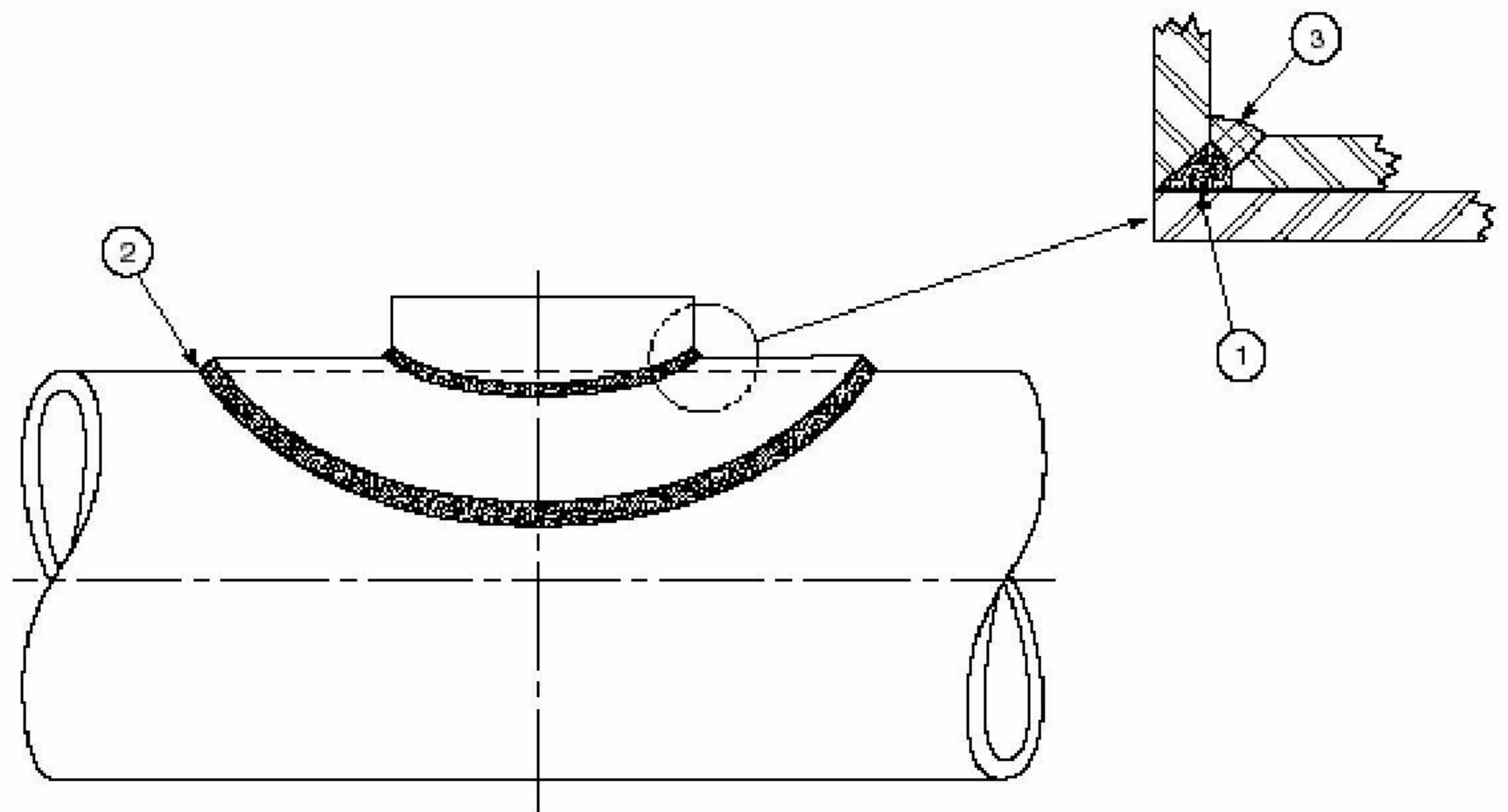
Catatan :

1. Spesimen uji dapat dipotong dengan menggunakan mesin atau menggunakan oksigen (lihat B.2.4.5.1).
2. Pipa selubung atau penguatan lasan percabangan dapat dihilangkan dengan permukaan spesimen uji. Spesimen uji lasan percabangan ditunjukkan dalam arah aksial, spesimen arah tersebut dibentuk. Spesimen uji sebaiknya tidak diratakan sebelum pengujian.
3. Bila ketebalan dinding lebih besar dari 0,500 inci (12,7 mm), boleh dikurangi hingga 0,500 inci (12,7 mm) dengan mesin pada permukaan dalamnya.
4. pengambilan spesimen untuk uji face bend, sisa dari spesimen uji nick-break boleh digunakan.

Notes:

1. Test specimens may be machine cut or oxygen cut oversized and machined (see B.2.4.5.1).
2. The sleeve or branch weld reinforcement should be removed flush with the surface of the test specimen. The branch weld test specimen is shown in the axial direction; specimens in the other direction are curved. Test specimens should not be flattened prior to testing.
3. Where wall thickness is greater than 0.500 in. (12.7 mm), it may be reduced to 0.500 in. (12.7 mm) by machining the inside surface.
4. In lieu of taking separate specimens for the face bend test, the remaining portion of the nick-break specimens may be used.

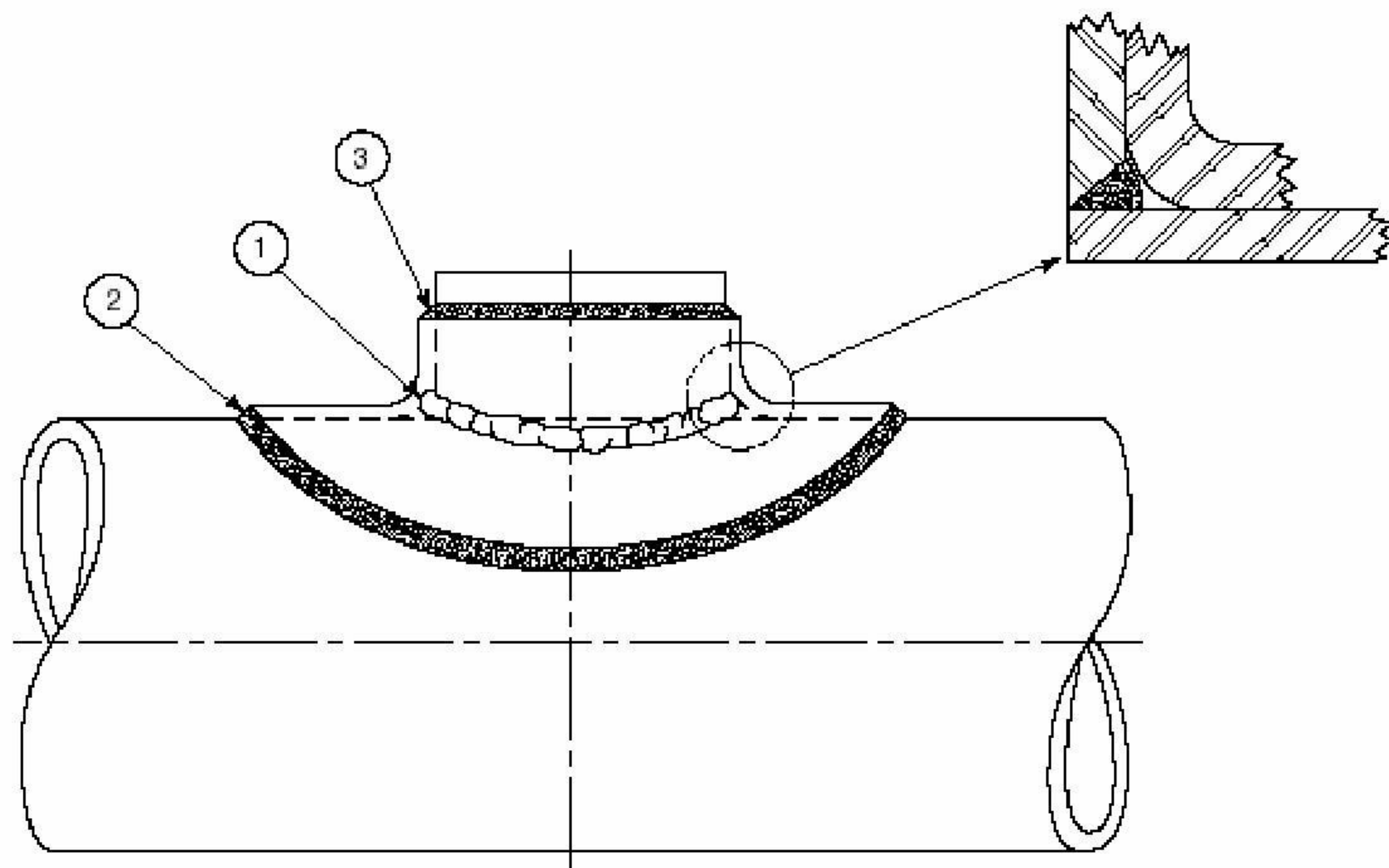
**Gambar B-5—Spesimen Uji Face-bend
Figure B-5—Face-bend Test Specimen**



Catatan : Ini adalah langkah pengelasan yang disarankan, lainnya boleh diikuti dibawah arahan perusahaan.

Note: This is the suggested welding sequence; others may be followed at the discretion of the company.

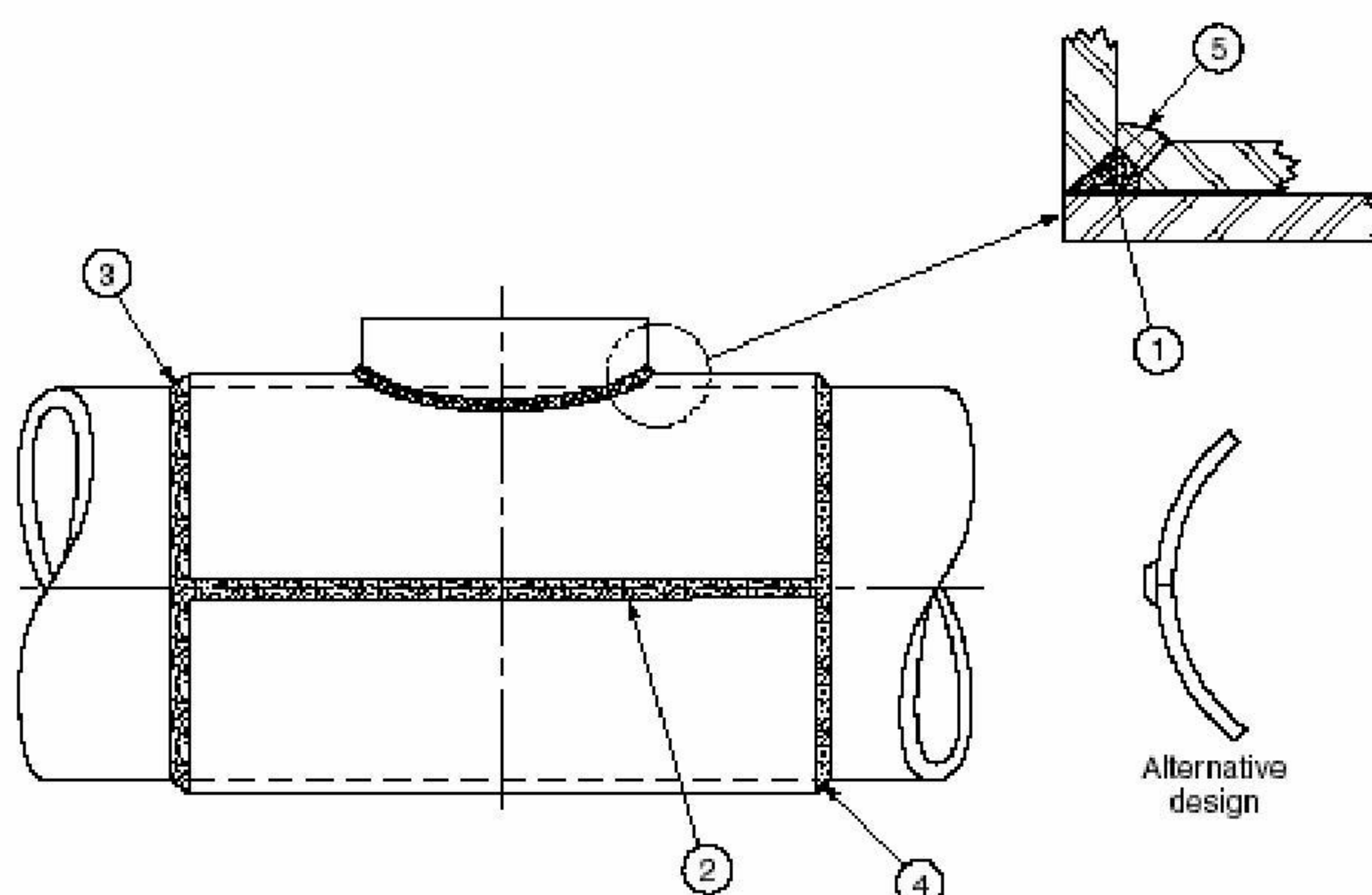
Gambar B-6 – Pad penguat
Figure B-6—Reinforcing Pad



Catatan : Ini adalah langkah pengelasan yang disarankan, lainnya boleh diikuti dibawah arahan perusahaan.

Note: This is the suggested welding sequence; others may be followed at the discretion of the company.

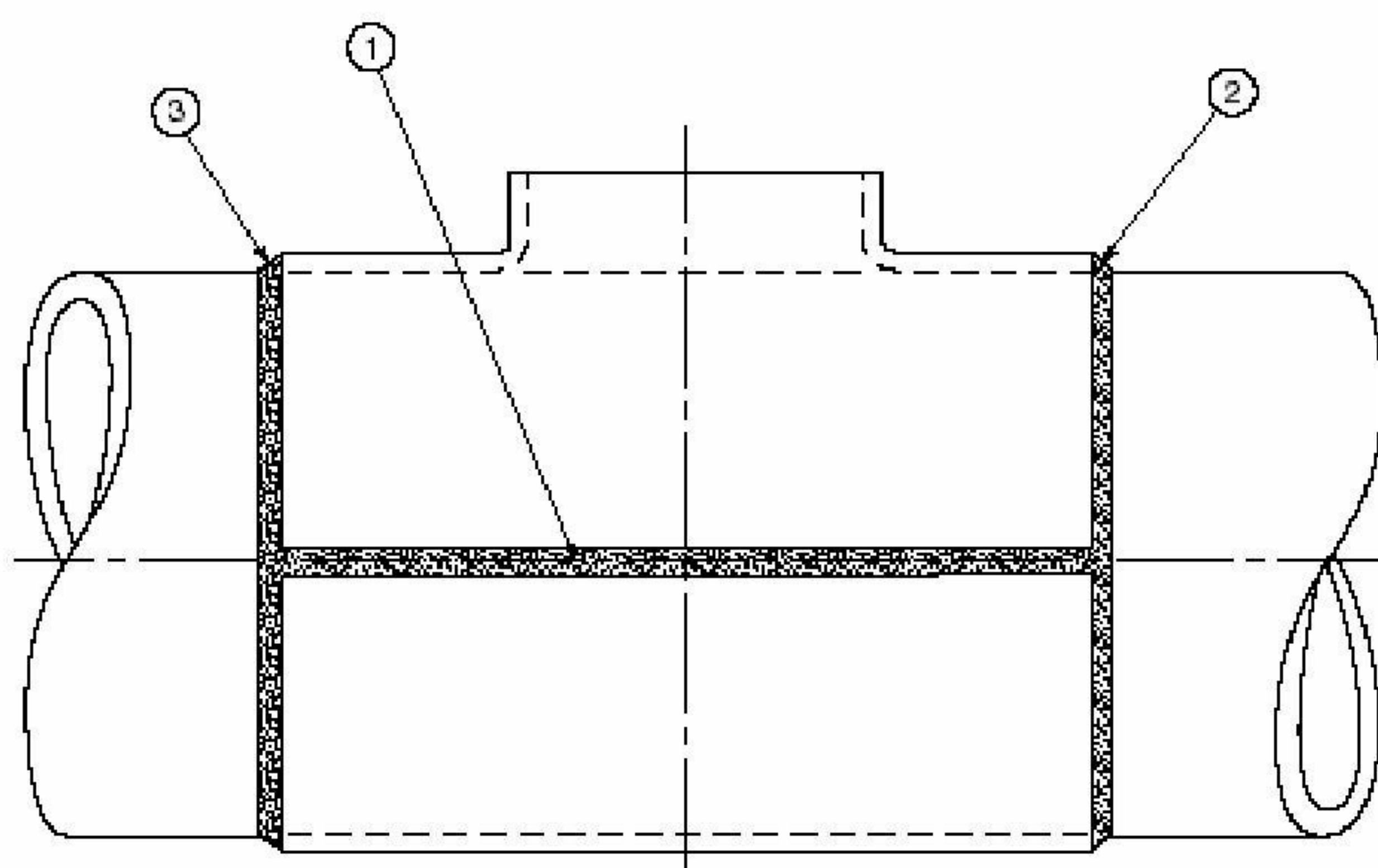
Gambar B-7 – Dudukan Penguat
Figure B-7—Reinforcing Saddle



Catatan : Ini adalah langkah pengelasan yang disarankan, dibawah arahan perusahaan, langkah lain boleh diikuti dan lasan melingkar, angka 3 dan 4 tidak perlu dibuat.

Note: This is the suggested welding sequence; at the discretion of the company, others may be followed and circumferential welds, numbers 3 and 4 need not be made.

Gambar B-8 – Pipa selubung melingkar
Figure B-8—Encirclement Sleeve



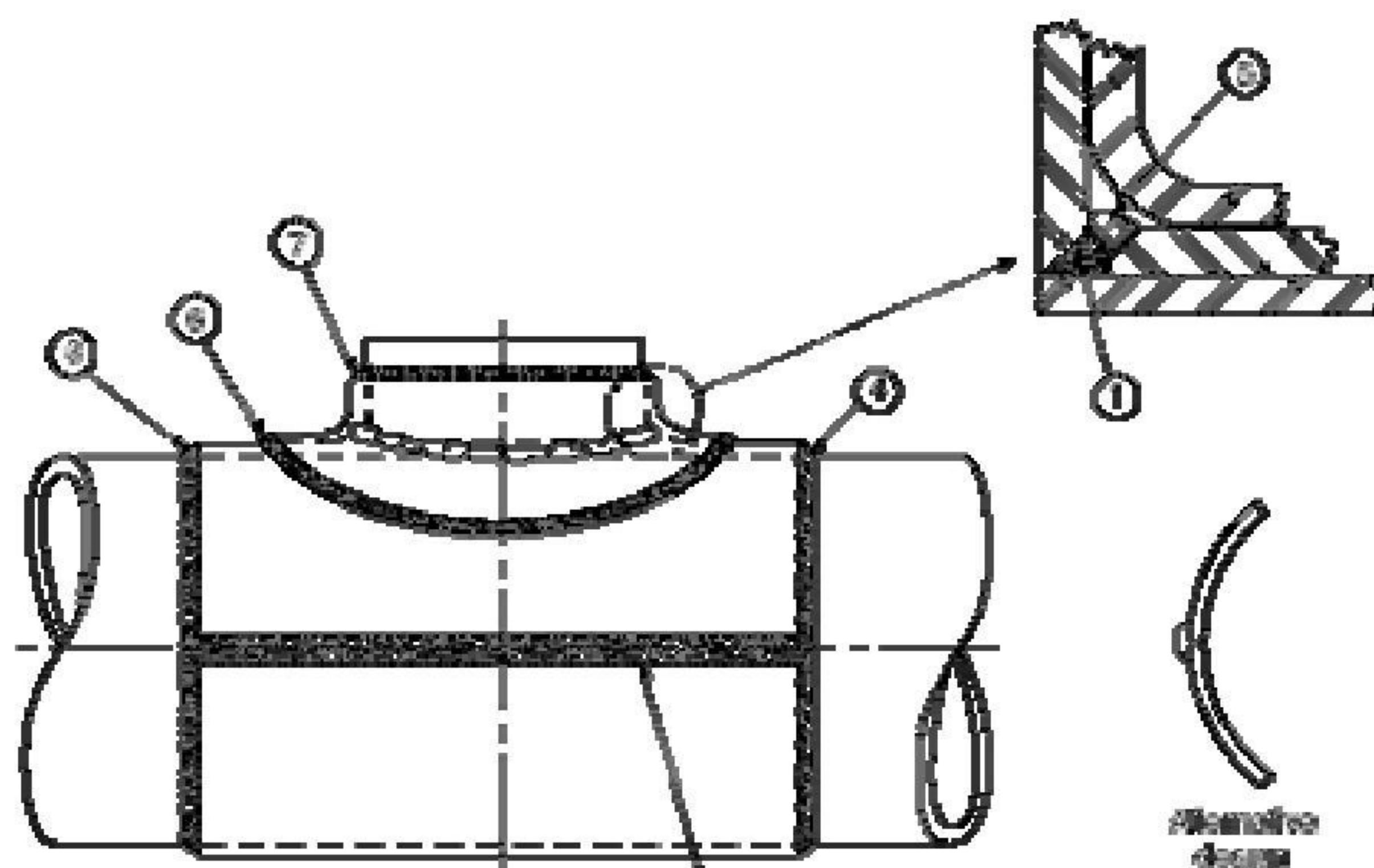
Catatan :

1. Ini adalah langkah pengelasan yang disarankan, lainnya boleh diikuti dibawah arahan perusahaan.
2. Dalam operasi, pipa penyambung pada tekanan pipa penyalur.

Notes:

1. This is the suggested welding sequence; others may be followed at the discretion of the company.
2. When in operation, the fitting is at pipeline pressure.

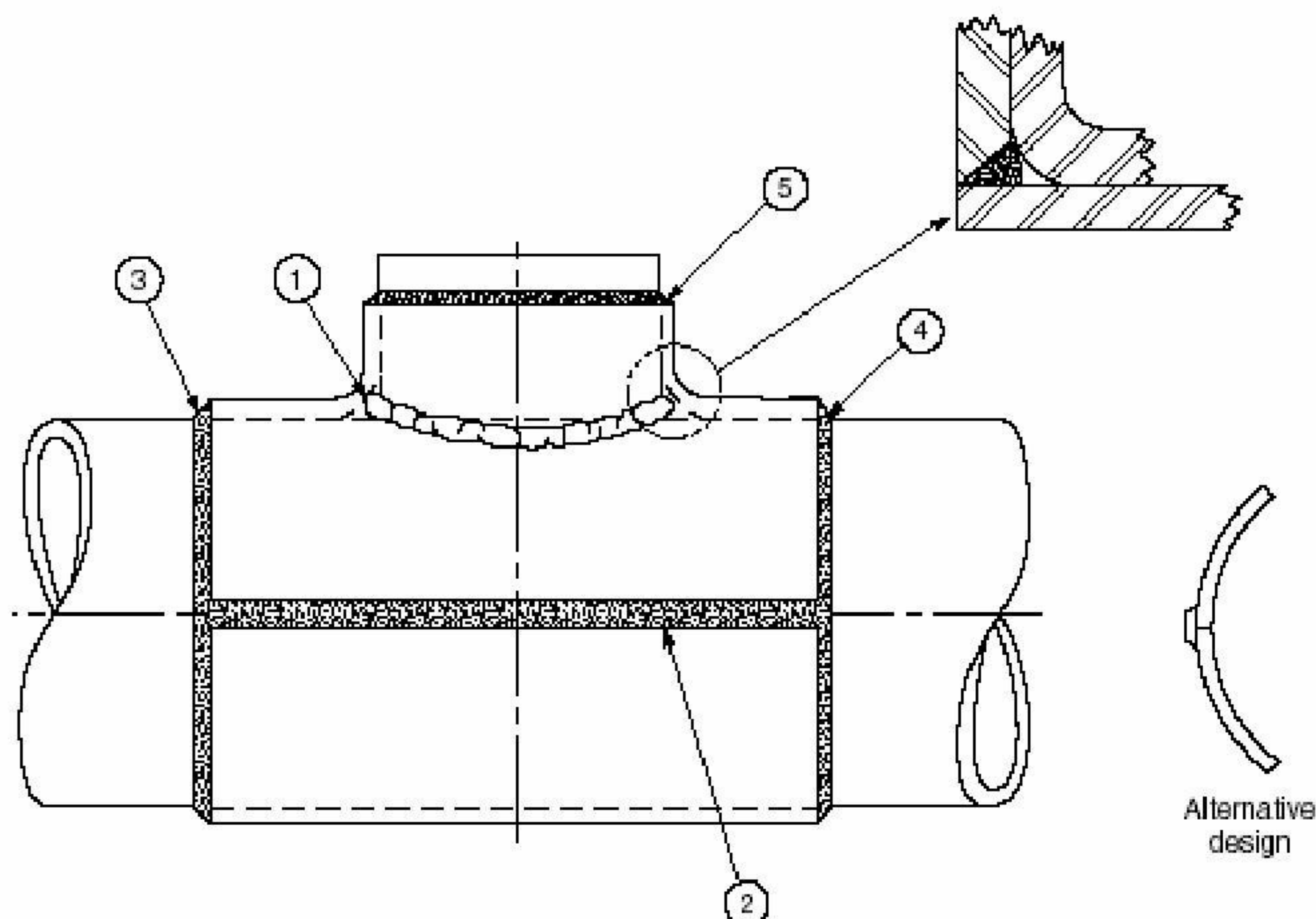
Gambar B-9 – Tee melingkar
Figure B-9—Encirclement Tee



Catatan : Ini adalah langkah pengelasan yang disarankan, dibawah arahan perusahaan, langkah lain boleh diikuti dan lasan melingkar, angka 3 dan 4 tidak perlu dibuat.

Note: This is the suggested welding sequence; at the discretion of the company, others may be followed and circumferential welds, numbers 3 and 4 need not be made.

Gambar B-10 – Pipa selubung dan saddle melingkar
Figure B-10—Encirclement Sleeve and Saddle



Catatan : Ini adalah langkah pengelasan yang disarankan, dibawah arahan perusahaan, langkah lain boleh diikuti dan lasan melingkar, angka 3 dan 4 tidak perlu dibuat.

Note: This is the suggested welding sequence; at the discretion of the company, others may be followed and circumferential welds, numbers 3 and 4 need not be made.

Gambar B-11 – Dudukan Melingkar
Figure B-11—Encirclement Saddle





BADAN STANDARDISASI NASIONAL - BSN
Gedung Manggala Wanabakti Blok IV Lt. 3-4
Jl. Jend. Gatot Subroto, Senayan Jakarta 10270
Telp: 021- 574 7043; Faks: 021- 5747045; e-mail : bsn@bsn.go.id